

### Endoscope illumination control device utilising screening shutter

**Publication number: DE19529164**

**Publication date:** 1996-02-15

**Inventor:** HONDA RYOJI (JP); TAKADA MAKOTO (JP); TAKAHASHI TADASHI (JP)

**Applicant:** ASAHI OPTICAL CO LTD (JP)

**Classification:**

- International: **A61B1/04; A61B1/06; G01J1/10; G02B23/24; G02B26/02; G05D25/02; H02P8/00; H04N5/232; A61B1/04; A61B1/06; G01J1/10; G02B23/24; G02B26/02; G05D25/00; H02P8/00; H04N5/232; (IPC-1:7) G02B23/24; A61B1/04; A61B1/06; G01J1/10; G02B26/02; G05D25/02; H02P8/00; H04N5/232**

- european: A61B1/04D4: A61B1/045: G02B23/24B5: G02B26/02

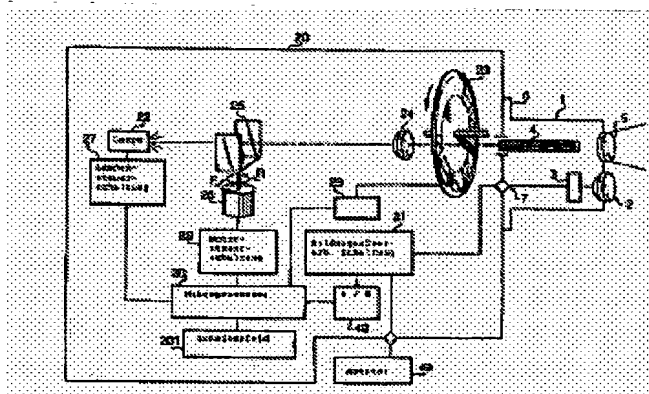
**Application number:** DE19951029164 19950808

**Priority number(s):** JP19940185832 19940808; JP19940196362 19940822; JP19940196363 19940822; JP19940196364 19940822; JP19940196365 19940822; JP19940200682 19940825; JP19940203164 19940829

**Report a data error here**

### Abstract of DE19529164

The control system for an endoscope illumination source to illuminate an object field, includes the light screening shutter, a stepping motor to drive the screening shutter at regular predetermined intervals, and a device to measure the illumination level at each interval. A further device produces impulses within each interval, and another device determines the impulse count corresponding to the difference between required and actual light intensity. The correspondence between impulse count and light intensity is stored in a look-up table, allowing adjustment of the shutter angle.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY



Die Erfindung betrifft eine Lichtmengensteuervorrichtung für die Beleuchtungseinheit eines Endoskops.

In einem Endoskop wird zum Beleuchten eines zu prüfenden Objekts Licht über einen Lichtleiter wie z. B. ein Lichtleitfaserkabel übertragen. Um die Helligkeit des betrachteten Bildes einzustellen, ist zwischen der Lichtquelle und einer Eintrittsfläche des Lichtleiters eine Lichtmengensteuervorrichtung angeordnet. Bei einem Endoskop bisheriger Art enthält diese Vorrichtung eine Abschirmung, die mit einem Schrittmotor um eine Achse gedreht wird. Das Drehen der Abschirmung steuert die Lichtmenge der Lichtquelle, die an der Eintrittsfläche des Lichtleiters verfügbar ist. Bei dieser Art der Lichtmengensteuerung wird die Helligkeit des betrachteten Bildes periodisch erfaßt. Dann wird die Abschirmung so eingestellt, daß die Helligkeit des betrachteten Bildes innerhalb eines zulässigen Bereichs liegt.

Bei der bisher üblichen Lichtmengensteuerung eines Endoskops ist die dem Schrittmotor zugeführte Impulszahl während eines jeden Unterbrechungsvorgangs gleichbleibend (Fig. 11A). Daher werden der Schrittmotor und die Abschirmung während eines jeden Unterbrechungsvorgangs um denselben Winkelbetrag gedreht. Das Verfahren der Erfassung des Helligkeitspegels und der Steuerung des Schrittmotors zum Drehen der Abschirmung wiederholt sich, bis die erfaßte Helligkeit wiederum im zulässigen Bereich liegt.

Bei dem bisherigen Endoskop wird jedoch die Abschirmung langsam bewegt, wenn die Impulszahl auf einen relativ kleinen Wert eingestellt ist, da die Anzahl der dem Motor zugeführten Impulse während einer jeden Unterbrechung konstant ist. Dies führt zu einer Verlängerung der Ansprechzeit der Lichtmengensteuervorrichtung.

Wie in Fig. 11A beispielsweise gezeigt, dreht jeder Impuls den Motor um  $0,5^\circ$ , werden drei Impulse während einer jeden Unterbrechung zugeführt, und die Unterbrechungen werden in Abständen von 50 ms ausgeführt. Um den Schrittmotor um  $10^\circ$  zu drehen, sind für eine Gesamtzeit von 0,35 Sekunden sieben Unterbrechungen nötig. Da ferner die Zahl der Impulse ein Mehrfaches von Drei sein muß, kann sie nicht den Optimalwert 20 haben, sondern muß 18 oder 21 betragen. Daher kann die Abschirmung nicht in die Optimalstellung gebracht werden.

Um die Ansprechzeit der Lichtmengensteuervorrichtung zu verkürzen, kann die Zahl der dem Motor zuzuführenden Impulse erhöht werden. In diesem Fall wird die Abschirmung jedoch über einen großen Drehwinkel bewegt, und es kann unmöglich sein, die Lichtmenge so einzustellen, daß die Helligkeit innerhalb des zulässigen Bereichs liegt. Dies führt zu einem instabilen Steuersystem, und es tritt eine Schwingneigung auf.

Da unterschiedliche Endoskope unterschiedliche zulässige Helligkeitsbereiche haben, sind unterschiedliche Impulszahlen erforderlich, um die Lichtmenge richtig einzustellen.

Ferner kann für ein Endoskop eine vorbestimmte Anzahl Impulse für den Schrittmotor die Schwingneigung noch nicht erzeugen, jedoch bei einem anderen Endoskop kann sie so hoch sein, daß die Schwingneigung auftritt. Da die Lichtquelle bei unterschiedlichen Endoskopen verwendbar ist, muß daher die Impulszahl auf den für alle Endoskope erforderlichen Minimalwert eingestellt werden, um das Problem der Schwingneigung zu vermeiden. Dadurch wird die Einstellgeschwindigkeit

des Helligkeitwertes, bei dem keine Schwingneigung auftritt, verringert.

Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Lichtmengensteuervorrichtung für die Beleuchtungseinheit eines Endoskops anzugeben, mit der die Größe der Apertur schnell und genau einstellbar ist, wobei Schwingneigungen vermieden werden sollen.

Gemäß einem Aspekt der Erfindung ist eine Vorrichtung zum Steuern der Lichtmenge im Lichtweg eines Endoskops vorgesehen, mit der das Licht einer Lichtquelle im Lichtweg variabel abgeschirmt wird. Eine Abschirmung wird für mehrere vorbestimmte Intervalle mit einem Schrittmotor bewegt, und es ist eine Vorrichtung zum Erfassen der Helligkeit des Bildes während eines jeden Intervalls vorgesehen. In jedem Intervall werden Impulse erzeugt, deren Zahl den Antriebsbetrag des Schrittmotors für die Abschirmung in jedem Intervall bestimmt. Die Impulszahl wird entsprechend der Differenz der Helligkeit des Bildes in jedem Intervall und der gewünschten Helligkeit bestimmt.

Es wird also jeweils eine andere Zahl von Impulsen erzeugt, wenn die Differenz der Bildhelligkeit und der gewünschten Helligkeit sich ändert. Wenn die Helligkeitsdifferenz groß ist, wird eine große Zahl von Impulsen erzeugt, und daher wird die Abschirmung schnell bewegt. Wenn die Differenz klein ist und die erfaßte Helligkeit fast innerhalb eines zulässigen Bereichs liegt, ist die Zahl der Impulse klein. Daher wird die Abschirmung in kleineren Schritten bewegt, und eine Schwingneigung wird vermieden.

Bei einem vorzugsweisen Ausführungsbeispiel ist ein Speicher zum Speichern einer ersten Tabelle von Impulszahlen entsprechend mehreren Helligkeitsbereichen vorgesehen, wobei jeder Helligkeitsbereich mehrere Differenzen der erfaßten Bildhelligkeit und der gewünschten Helligkeit enthält. Der Speicher kann ein ROM oder ein anderer statischer Speicher sein. Ferner ist für jeden Helligkeitsbereich eine spezielle Impulszahl gespeichert. Daher ist die Zahl der Impulse für den Schrittmotor der Abschirmung unterschiedlich, abhängig von der Differenz der erfaßten Bildhelligkeit und einem durch einen Benutzer eingegebenen Helligkeitwert.

Da die Beleuchtungseinheit für viele Endoskoparten benutzt werden kann, ist bei einer Ausführungsform in dem Speicher eine zweite Tabelle von Impulszahlen gespeichert, die entsprechend der Vielzahl von Helligkeitsbereichen erzeugt werden sollen. Die zweite Tabelle ist gegenüber der ersten unterschiedlich und entspricht einer anderen Endoskopart.

Ferner enthält die Vorrichtung einen Wähler zum Wählen einer der beiden Tabellen.

Bei einem vorzugsweisen Ausführungsbeispiel hat das Endoskop einen Speicher, in dem Informationen über den Endoskoptyp gespeichert sind. Der Wähler wählt eine der beiden Tabellen abhängig von dem Endoskoptyp.

Dies ermöglicht ein leichtes Auswählen des Endoskops und erleichtert die Arbeitsweise der Blendensteuervorrichtung in dem jeweiligen Endoskop. Ferner ist die Lichtmengensteuervorrichtung für jedes Endoskop optimiert.

Bei einem anderen Ausführungsbeispiel kann der Wähler manuell zum Wählen des Endoskoptyps betätigt werden.

Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung ist eine Vorrichtung zum Steuern der Lichtmenge im Lichtweg eines Endoskops vorgesehen, die eine Abschirmung im

Lichtweg sowie einen Schrittmotor für die Abschirmung enthält, der sie in mehreren Intervallen um einen vorbestimmten Betrag bewegt. Eine Vorrichtung zum Einstellen der Länge des Intervalls stellt einen von mehreren Zeitwerten ein.

Durch Ändern des Intervalls zum Antrieb der Abschirmung kann die zum Einstellen der Lichtmenge erforderliche Zeit verkürzt werden, auch wenn der Schrittmotor um kleine Beträge verstellt wird, um Schwingneigungen zu vermeiden.

Bei einem vorzugsweisen Ausführungsbeispiel ist der Endoskoptyp in einem Speicher enthalten, und die Länge des Intervalls wird entsprechend dem Endoskoptyp eingestellt. Daher kann der Betrieb der Blendensteuervorrichtung für jeden Endoskoptyp optimiert werden.

Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel wird das Intervall mit einem manuell betätigbaren Schalter eingestellt. Dies trägt zur Flexibilität der Arbeitsweise der Blendensteuervorrichtung bei und ermöglicht das Optimieren des Betriebs bei solchen Endoskopen, deren Typ nicht gespeichert ist.

Gemäß einem dritten Aspekt der Erfindung ist eine Vorrichtung zum Steuern der Lichtmenge im Lichtweg eines Endoskops vorgesehen, die eine Abschirmung und zu deren Antrieb einen Motor enthält, wobei der Motor für mehrere vorbestimmte Intervalle aktiv ist. Es ist eine Vorrichtung zum Erfassen der Bildhelligkeit während eines jeden Intervalls vorgesehen. Eine vorbestimmte Impulszahl wird in jedem Intervall erzeugt, und diese Impulse werden in jedem Intervall dem Schrittmotor zugeführt. Die Winkelstellung der Abschirmung wird bestimmt, und die Erregungsphase des Schrittmotors wird abhängig von der Winkelstellung variiert.

Durch Ändern der Erregungsphasen des Schrittmotors kann also der Antriebsbetrag in einem vorbestimmten Intervall geändert werden.

Bei einem vorzugsweisen Ausführungsbeispiel wird der Schrittmotor mit 2-Phasen-Erregung betrieben, wenn die Winkelstellung kleiner oder gleich einem vorbestimmten Wert ist. Andernfalls wird der Schrittmotor mit 1-2-Phasen-Erregung betrieben, d. h. mit einem Wechsel zwischen 1-Phasen- und 2-Phasen-Erregung mit jedem Impuls.

Bei einem weiteren vorzugsweisen Ausführungsbeispiel wird die Erregungsphase des Schrittmotors ferner abhängig von der erfaßten Bildhelligkeit geändert. In diesem Fall wird der Schrittmotor mit 2-Phasen-Erregung betrieben, auch wenn die Winkelstellung größer als der vorbestimmte Winkelwert ist, wenn die Bildhelligkeit größer als ein vorbestimmter Wert ist. Dies verbessert die Geschwindigkeit, mit der die Lichtmenge verringert wird, um die erfaßte Bildhelligkeit in einen zulässigen Bereich zu bringen.

Bei einem anderen vorzugsweisen Ausführungsbeispiel wird die Erregungsphase des Schrittmotors abhängig von dem Endoskoptyp variiert. Dies optimiert die Leistung der Blendensteuervorrichtung für jeden Endoskoptyp.

Bei einem vierten Aspekt der Erfindung ist eine Vorrichtung zum Steuern der Lichtmenge im Lichtweg eines Endoskops vorgesehen, die eine Abschirmung mit zugehörigem Schrittmotor enthält, welcher die Abschirmung in mehreren Intervallen bewegt. Die Bildhelligkeit wird in jedem Intervall erfaßt, und es kann einer von mehreren gewünschten Helligkeitswerten für das Bild eingegeben werden. In jedem Intervall wird eine vorbestimmte Zahl von Impulsen erzeugt, die dem Schrittmotor zugeführt werden. Einer von mehreren zu-

lassigen Helligkeitsbereichen des Bildes wird entsprechend der eingegebenen Helligkeit eingestellt. Dann bestimmt die Vorrichtung, ob die erfaßte Helligkeit im eingestellten zulässigen Bereich liegt.

Daher ist der zulässige Helligkeitsbereich bei hoher vorgegebener Bildhelligkeit groß, da die Helligkeitsänderung pro Dreheinheit der Abschirmung klein ist. Deshalb wird die Zahl der zum Einstellen der Lichtmenge bis zu einer Bildhelligkeit im zulässigen Bereich erforderlichen Intervalle verringert.

Bei einem weiteren vorzugsweisen Ausführungsbeispiel wird die Winkelstellung der Abschirmung bestimmt, und der zulässige Helligkeitsbereich wird abhängig von der Winkelstellung der Abschirmung eingestellt.

Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel wird der Endoskoptyp bestimmt, und der zulässige Helligkeitsbereich wird abhängig von dem bestimmten Endoskoptyp eingestellt.

Gemäß einem fünften Aspekt der Erfindung ist eine Vorrichtung zum Steuern der Lichtmenge im Lichtweg eines Endoskops vorgesehen, die eine Abschirmung mit einem Schrittmotor enthält. Dieser bewegt die Abschirmung in mehreren Intervallen, und es wird die Bildhelligkeit in jedem Intervall erfaßt. Außerdem wird eine gewünschte Bildhelligkeit eingegeben. In jedem Intervall werden Impulse erzeugt, deren Zahl den Bewegungsbetrag des Schrittmotors in jedem Intervall bestimmt. Die Impulszahl wird entsprechend der eingegebenen gewünschten Bildhelligkeit bestimmt.

Da die Helligkeitsänderung pro Dreheinheit der Abschirmung mit abnehmender Bildhelligkeit zunimmt, kann die Abschirmung stärker als bei geringer Bildhelligkeit bewegt werden, wenn der eingegebene Helligkeitswert hoch ist. Dies verbessert die Einstellungsgeschwindigkeit der Lichtmenge ohne Schwingneigungen zu verursachen.

Alternativ kann die Zahl der Impulse auch aus der Winkelstellung der Abschirmung bestimmt werden.

Wahlweise kann die Zahl der Impulse auch entsprechend dem Endoskoptyp bestimmt werden.

Gemäß einem sechsten Aspekt der Erfindung ist eine Vorrichtung zum Steuern der Lichtmenge im Lichtweg eines Endoskops mit einer Abschirmung und einem zugehörigen Schrittmotor vorgesehen, der die Abschirmung in mehreren vorbestimmten Intervallen bewegt. Es wird die Bildhelligkeit in jedem Intervall erfaßt, und es ist eine Vorrichtung zum Erfassen von Schwingungen des Schrittmotors vorgesehen. In jedem Intervall werden Impulse erzeugt, deren Zahl zur Steuerung des Bewegungsbetrages des Schrittmotors in jedem vorbestimmten Intervall dient. Die Zahl der Impulse für jedes Intervall wird abhängig von den erfaßten Schwingungserscheinungen bestimmt, und die Impulszahl wird verringert, wenn Schwingen auftritt.

Daher wird der Antriebsbetrag des Motors verringert, wenn Schwingungen auftreten, indem die Impulszahl verringert wird. Dadurch wird das Schwingen vermieden.

Wahlweise bestimmt die Vorrichtung, ob die Bildhelligkeit über einem gewünschten Wert liegt, und gibt einen ersten Wert aus, wenn die erfaßte Helligkeit größer als die gewünschte Helligkeit ist. Sie gibt einen zweiten Wert aus, wenn die erfaßte Helligkeit nicht größer als der gewünschte Wert ist. Jeder Ausgabewert wird gespeichert. Die Vorrichtung bestimmt dann durch Überprüfen des Speicherinhalts, ob Schwingungen aufgetreten sind. Wenn die Register des Speichers nachein-

ander ein wechselndes Muster des ersten und des zweiten Wertes enthalten, so sind Schwingungen vorhanden.

Durch Verwenden eines Speichers kann das Schwingen schneller erfaßt werden, da die Ansprechzeit des Schrittmotors diese Erfassung nicht beeinflusst.

Alternativ können auch Daten über die Bewegungsrichtung des Schrittmotors im Register eines weiteren Speichers gespeichert werden. Wenn in den Registern nacheinander ein wechselndes Muster von Vorwärts- und Rückwärtsdaten enthalten ist, so sind Schwingungen aufgetreten.

Gemäß einem siebten Aspekt der Erfindung ist eine Vorrichtung zum Steuern der Lichtmenge im Lichtweg eines Endoskops mit mehreren Abschirmungen und zugehörigem Schrittmotor vorgesehen. Dieser bewegt die Abschirmungen in mehreren Intervallen. In jedem Intervall wird die Bildhelligkeit erfaßt und eine vorbestimmte Zahl von Impulsen erzeugt. Diese steuern den Bewegungsbetrag des Schrittmotors in jedem Intervall. Der Unterschied der erfaßten Bildhelligkeit und einer gewünschten Bildhelligkeit bestimmt, welche Abschirmung jeweils einzustellen ist.

Wenn der Unterschied der Helligkeiten groß ist, können zwei oder mehr Abschirmungen bewegt werden, wodurch die Einstellgeschwindigkeit für die Apertur variiert werden kann. Ist der Helligkeitsunterschied klein, so muß nur eine Abschirmung verstellt werden, um die erfaßte Bildhelligkeit in den zulässigen Bereich zu bringen. Da die Zahl der Abschirmungen in jedem Intervall geändert werden kann, kann die Lichtmenge zunächst schnell und dann genau variiert werden, um das Schwingen zu vermeiden.

Alternativ können auch Abschirmungen mit unterschiedlicher Auswirkung auf die Helligkeit pro Dreheinheit verwendet werden. In diesem Fall wird die Abschirmung mit dem stärksten Änderungseffekt der Helligkeit pro Dreheinheit zum schnellen Ändern der erfaßten Bildhelligkeit eingestellt. Dann kann eine weitere Abschirmung mit geringerem Effekt verstellt werden, um die erfaßte Bildhelligkeit genauer zu verändern, bis sie in dem zulässigen Bereich liegt.

Die Abschirmungen können auf unterschiedlichen Drehachsen verstellt werden.

Die Erfindung wird im folgenden anhand der Zeichnungen näher erläutert. Darin zeigen:

Fig. 1 die schematische Darstellung eines Endoskops mit einem Videoprozessor und einer Lichtmengensteuervorrichtung nach der Erfindung,

Fig. 2 die perspektivische Darstellung einer in der Lichtmengensteuervorrichtung nach Fig. 1 verwendeten Abschirmung,

Fig. 3 eine Seitenansicht der Abschirmung nach Fig. 2,

Fig. 4 das Blockdiagramm einer Lichtmengensteuerschaltung,

Fig. 5 die Blockdarstellung eines in dem Videoprozessor nach Fig. 1 verwendeten Mikroprozessors,

Fig. 6 eine Tabelle mit Eingangshelligkeitswerten und entsprechenden Referenzwerten in einem ROM des Mikroprozessors nach Fig. 5,

Fig. 7 eine Tabelle in dem ROM des Mikroprozessors nach Fig. 5 mit Antriebsimpulszahlen für einen Schrittmotor der Lichtmengensteuervorrichtung nach Fig. 1 für unterschiedliche Helligkeitsbereiche,

Fig. 8 das Flußdiagramm eines in dem ROM des Mikroprozessors nach Fig. 5 gespeicherten Hauptprogramms,

Fig. 9 das Flußdiagramm einer Unterbrechungspro-

zedur zur Steuerung des Schrittmotors der Lichtmengensteuervorrichtung als erstes Ausführungsbeispiel,

Fig. 10A das Flußdiagramm eines Prozesses zum Bestimmen der Impulszahl für den Schrittmotor bei dem ersten Ausführungsbeispiel,

Fig. 10B das Flußdiagramm eines Prozesses zum Bestimmen der Impulszahl für den Schrittmotor in Abänderung des ersten Ausführungsbeispiels,

Fig. 11A das Zeitdiagramm der Antriebssteuerung des Schrittmotors gemäß bekannter Technik,

Fig. 11B das Zeitdiagramm der Antriebssteuerung des Schrittmotors bei dem ersten Ausführungsbeispiel,

Fig. 12 und 13 Flußdiagramme einer Subroutine für Endoskopoperationen, die von dem Hauptprogramm nach Fig. 8 aufgerufen wird, als zweites Ausführungsbeispiel,

Fig. 14A und 14B Zeitdiagramme der Antriebssteuerung des Schrittmotors bei dem zweiten Ausführungsbeispiel,

Fig. 15 das Flußdiagramm eines in dem ROM des Mikroprozessors nach Fig. 5 gespeicherten Hauptprogramms für ein drittes Ausführungsbeispiel,

Fig. 16 das Flußdiagramm einer Subroutine zum Steuern der Lichtmenge bei dem dritten Ausführungsbeispiel,

Fig. 17 die grafische Darstellung des Zusammenhangs des Drehwinkels des Schrittmotors und der Helligkeit eines mit dem Endoskop erhaltenen Bildes,

Fig. 18 einen vergrößerten Teil der grafischen Darstellung nach Fig. 17,

Fig. 19 das Flußdiagramm einer Unterbrechungsprozedur zum Steuern des Antriebs des Schrittmotors der Lichtmengensteuervorrichtung als viertes Ausführungsbeispiel,

Fig. 20A das Flußdiagramm eines Prozesses zum Bestimmen der Phasenzahl der Erregung des Schrittmotors bei dem vierten Ausführungsbeispiel,

Fig. 20B das Flußdiagramm eines Prozesses zum Bestimmen der Phasenzahl der Erregung des Schrittmotors in Abänderung des vierten Ausführungsbeispiels,

Fig. 21 eine in dem ROM des Mikroprozessors nach Fig. 5 gespeicherte Tabelle für den Zusammenhang eines Zählers, eines Drehwinkels des Schrittmotors und der Lichtquelle bei dem vierten Ausführungsbeispiel,

Fig. 22 die perspektivische Darstellung einer Abschirmung in Abänderung des vierten Ausführungsbeispiels,

Fig. 23 die Seitenansicht der Abschirmung nach Fig. 22,

Fig. 24 eine grafische Darstellung des Zusammenhangs des Drehwinkels des Schrittmotors und der Helligkeit eines unter Verwendung der Abschirmung nach Fig. 22 betrachteten Bildes,

Fig. 25 die grafische Darstellung der Objekthelligkeit bei drei unterschiedlichen Endoskopen als Funktion des Drehwinkels des Schrittmotors,

Fig. 26 das Flußdiagramm einer Unterbrechungsprozedur zum Steuern des Schrittmotors der Lichtmengensteuervorrichtung als fünftes Ausführungsbeispiel,

Fig. 27 eine Tabelle für den Zusammenhang einer Helligkeitsänderung des Objekts und des Drehwinkels des Schrittmotors entsprechend der Kurve A in Fig. 25,

Fig. 28 einen vergrößerten Teil der grafischen Darstellung in Fig. 25,

Fig. 29 das Flußdiagramm eines Prozesses zum Bestimmen der Impulszahl für den Schrittmotor bei dem fünften Ausführungsbeispiel,

Fig. 30 eine Tabelle für den Zusammenhang des Drehwinkels des Schrittmotors und einer Helligkeitsän-

derung bei einer Abänderung des fünften Ausführungsbeispiels,

Fig. 31 das Flußdiagramm eines Prozesses zum Bestimmen der Impulszahl für den Schrittmotor bei einer ersten Änderung des fünften Ausführungsbeispiels,

Fig. 32 eine Tabelle für den Zusammenhang des Drehwinkels des Schrittmotors und einer Helligkeitsänderung der Belichtungseinrichtung für unterschiedliche Endoskope gemäß einer zweiten Abänderung des fünften Ausführungsbeispiels,

Fig. 33 das Flußdiagramm eines Prozesses zum Bestimmen der Impulszahl für den Schrittmotor bei der zweiten Abänderung des fünften Ausführungsbeispiels,

Fig. 34 eine Tabelle für den Zusammenhang einer Helligkeitsänderung und eines Drehwinkels des Schrittmotors als sechstes Ausführungsbeispiel,

Fig. 35 einen weiteren vergrößerten Teil der grafischen Darstellung in Fig. 25,

Fig. 36 das Flußdiagramm eines Prozesses zum Bestimmen der Impulszahl für den Schrittmotor bei dem sechsten Ausführungsbeispiel,

Fig. 37 eine Tabelle für den Zusammenhang eines Drehwinkels des Schrittmotors und einer Helligkeitsänderung bei einer ersten Änderung des sechsten Ausführungsbeispiels,

Fig. 38 das Flußdiagramm eines Prozesses zum Bestimmen der Impulszahl für den Schrittmotor bei einer ersten Abänderung des sechsten Ausführungsbeispiels,

Fig. 39 eine Tabelle für den Zusammenhang eines Drehwinkels des Schrittmotors und einer Helligkeitsänderung der Belichtungseinrichtung für unterschiedliche Endoskope bei einer zweiten Abänderung des sechsten Ausführungsbeispiels,

Fig. 40 das Flußdiagramm eines Prozesses zum Bestimmen der Impulszahl für den Schrittmotor entsprechend der zweiten Abänderung des sechsten Ausführungsbeispiels,

Fig. 41 und 42 das Flußdiagramm einer Unterbrechungsprozedur zum Steuern des Schrittmotors der Lichtmengensteuervorrichtung als siebtes Ausführungsbeispiel,

Fig. 43 zwei Register zum Speichern von Daten bei dem siebten Ausführungsbeispiel,

Fig. 44 das Flußdiagramm einer Unterbrechungsprozedur zum Steuern des Schrittmotors der Lichtmengensteuervorrichtung bei einer Abänderung des siebten Ausführungsbeispiels,

Fig. 45 das Flußdiagramm eines Prozesses zum Bestimmen der Impulszahl für den Schrittmotor als achttes Ausführungsbeispiel,

Fig. 46A und 46B das Flußdiagramm einer Unterbrechungsprozedur zum Steuern des Schrittmotors der Lichtmengensteuervorrichtung gemäß einer Abänderung des achten Ausführungsbeispiels,

Fig. 47 eine schematische Darstellung eines Endoskops und eines Videoprozessors mit einer Lichtmengensteuervorrichtung nach der Erfindung als neuntes Ausführungsbeispiel,

Fig. 48 die perspektivische Darstellung von Abschirmungen in der Lichtmengensteuervorrichtung nach Fig. 47,

Fig. 49 die schematische Darstellung eines Mikroprozessors in den Videoprozessor nach Fig. 47,

Fig. 50 das Flußdiagramm einer Unterbrechungsprozedur zum Steuern des Schrittmotors der Lichtmengensteuervorrichtung bei dem neunten Ausführungsbeispiel,

Fig. 51 die perspektivische Darstellung eines weite-

ren Satzes von Abschirmungen bei einer Abänderung des neunten Ausführungsbeispiels, und

Fig. 52 das Flußdiagramm einer Unterbrechungsprozedur zur Steuerung des Schrittmotors der Lichtmengensteuervorrichtung bei einer Abänderung des neunten Ausführungsbeispiels.

Fig. 1 zeigt den Aufbau eines Endoskops 1, das an einen Videoprozessor 20 angeschlossen ist. Dieser arbeitet als Beleuchtungseinheit für das Endoskop 1. Das Endoskop 1 enthält ein Objektiv 2 und ein Bildaufnahmeelement 3, z. B. ein CCD-Element (Charge Coupled Device). Das Licht einer Lampe 22 des Videoprozessors wird über einen Lichtleiter 4 (Lichtleiterkabel) und eine Linse 5 auf ein zu betrachtendes Objekt gerichtet. Die Linse 5 vergrößert den Feldwinkel des von dem Lichtleiter 4 abgegebenen Lichtes.

Ein Verbinder 6 des Endoskops 1 ist lösbar mit dem Videoprozessor 20 verbunden. Der Verbinder 6 enthält eine elektronische Verbindung 7, die das Bildaufnahmeelement 3 elektrisch mit dem Videoprozessor 20 verbindet.

Der Videoprozessor 20 enthält eine Bildsignalverarbeitungsschaltung 21, die Lampe 22, eine Sammellinse 24, eine Abschirmung 25, einen Motor 26, eine Motorsteuerschaltung 28 und einen Mikroprozessor 30.

Ein Schalterfeld 201 enthält einen Auto/Manuell-Schalter, mit dem die Helligkeit des betrachteten Bildes wahlweise manuell und automatisch gesteuert werden kann. Ein Aufwärts/Abwärts-Schalter kann die Helligkeit des betrachteten Bildschirms in einem Bereich von zehn Werten erhöhen und verringern.

Die Bildsignalverarbeitungsschaltung 21 empfängt ein Bildsignal von dem Bildaufnahmeelement 3, verarbeitet das Bildsignal und gibt ein Videosignal an einen Monitor 49 ab. Ferner wird ein Helligkeitssignal aus dem empfangenen Bildsignal einem A/D-Wandler 42 und nach Umsetzung in ein Digitalsignal dem Mikroprozessor 30 zugeführt.

Die Lampe 22, die durch eine Lampensteuerschaltung 27 gesteuert wird, gibt Licht an den Lichtleiter 4 ab. Die Helligkeit des Lichtes wird entsprechend der Position der Abschirmung 25 relativ zur Lampe geändert. Das Licht wird dann mit der Sammellinse 24 gesammelt und auf ein Rot-Grün-Blau-Filter 23 gerichtet.

Die Abschirmung 25 wird mit dem Motor 26 gedreht. Die Drehung ändert den Querschnittsbereich des Lichtflusses, der von der Lampe 22 auf die Sammellinse 24 gerichtet wird. Der Motor 26 ist ein Schrittmotor und wird durch die Motorsteuerschaltung 28 gesteuert.

Das Filter 23 hat die Form einer Scheibe, die um eine Achse gedreht wird. Es enthält Rotfilter, Grünfilter und Blaufilter, die in Umfangsrichtung auf der Scheibe verteilt sind. Die Drehung des Filters 23 wird durch eine Filtertreiberschaltung 29 gesteuert.

Der Mikroprozessor 30 steuert den Betrieb des Videoprozessors 20 und des Endoskops 1.

Fig. 2 zeigt perspektivisch die Abschirmung 25 und den Schrittmotor 26. Die Abschirmung 25 ist eine dünne, U-förmig gebogene Platte. Der Boden ist auf der Welle 251 des Schrittmotors 26 befestigt. Die Welle 251 steht lotrecht zur optischen Achse des Lichtweges.

Fig. 3 zeigt eine Seitenansicht der Abschirmung 25 und des Schrittmotors 26 in Richtung der optischen Achse. Es ist zu erkennen, daß bei Parallelstellung der vertikalen Flächen der Lichtabschirmung 25 zur optischen Achse ein Lichtweg L durch die Abschirmung 25 kaum gestört wird.

Durch Drehen der Abschirmung 25 wird die Menge

des von der Lampe 22 auf die Sammellinse 24 gerichteten Lichtes verändert.

Fig. 4 zeigt ein Blockdiagramm der Motorsteuerschaltung 28. Diese enthält eine Impulssteuerschaltung 281 und eine Motorsteuerschaltung 282.

Die Impulssteuerschaltung 281 empfängt ein Richtungssignal, das die Drehrichtung des Schrittmotors 26 angibt, und ein Referenzimpulssignal, das zu verändern ist und dem Motor 26 von der CPU 30 über ein Eingangs/Ausgangsport 41 (Fig. 5) zugeführt wird. Das Phasenschaltssignal bestimmt, ob eine 2-Phasen-Erregung oder eine 1-2-Phasen-Erregung angewendet wird, wenn der Schrittmotor 26 läuft. Bei der 1-2-Phasen-Erregung werden mit den Impulsen abwechselnd eine Phase und 2 Phasen erregt.

Das Richtungssignal gibt die Richtung an, in der der Schrittmotor 26 zu drehen ist. Ein Vorwärtssignal bewirkt also ein Drehen des Schrittmotors 26 in Vorwärtsrichtung. Die Abschirmung 25 wird gleichfalls in Vorwärtsrichtung gedreht, wodurch die Lichtmenge im Lichtweg L verringert wird.

Ein Rückwärtssignal bewirkt eine Drehung des Schrittmotors 26 in entgegengesetzter Richtung. Die Abschirmung 25 wird gleichfalls in Rückwärtsrichtung gedreht, wodurch die Lichtmenge im Lichtweg L vergrößert wird. Abhängig von dem empfangenen Befehlssignal gibt die Motorsteuerschaltung 282 Antriebsimpulse entsprechend einem vorbestimmten Erregungsverfahren für den Schrittmotor 26 synchron mit dem Antriebsimpulssignal der Impulssteuerschaltung 281 ab.

Fig. 5 zeigt den Aufbau des Mikroprozessors 30. Dieser enthält eine CPU 31 und einen Systembus 32. Ein ROM 33 enthält abzuarbeitende Programme, und ein RAM 34, ein Realzeit-Taktgenerator RTC 35 und weitere Schaltungen sind an den Systembus 32 angeschlossen.

Zeichendaten werden aus einem Video-RAM 36 einem Mikroprozessor 37 für eine Kathodenstrahlröhre zugeführt und dann mit den Bilddaten kombiniert, die von der Bildsignalverarbeitungsschaltung 21 (Fig. 1) abgegeben werden und auf dem Monitor 49 zu betrachten sind.

Das Schalterfeld 201 des Videoprocessors 20, eine externe Tastatur 202 und die Lampensteuerschaltung 27 für die Lampe 22 sind gleichfalls an den Systembus 32 über Eingangs/Ausgangsports 38, 39 und 40 angeschlossen.

Die Motorsteuerschaltung 28 empfängt oder sendet Signale über das Eingangs/Ausgangsport 41. Ein die Helligkeit auf dem betrachteten Schirm angegebendes Signal aus der Bildsignalverarbeitungsschaltung 21 wird in ein 256-stufiges Digitalsignal in einem A/D-Wandler 42 umgesetzt und dann dem Mikroprozessor 30 zugeführt.

Durch die Verbindung des Verbinders 6 mit dem Videoprocessor 20 wird ein Speicher 9 im Endoskop 1 mit dem Mikroprozessor 30 über ein Eingangs/Ausgangs-port 43 verbunden. Der Speicher 9 speichert Daten des Endoskops 1, beispielsweise Typendaten.

Ein DIP-Schalter 11 ist mit dem Eingangs/Ausgangs-port 43 verbunden. Durch Betätigen dieses Schalters wird die Eingangsimpedanz des Eingangs/Ausgangs-ports 43 zwischen hohem und niedrigem Pegel umgeschaltet.

Ein programmierbarer Intervallzeitgeber PIT 44, der mit unterschiedlichen Intervallen programmierbar ist, ist an den Systembus angeschlossen und liefert das Intervall für die Unterbrechungsroutine. Ein Zählerausgangsanschluß des Zeitgebers 44 sendet ein Unterbre-

chungssignal an die CPU 31 bei den programmierten Intervallen.

Fig. 6 zeigt eine Tabelle der Eingangs-Helligkeitswerte und der Referenzwerte, die in dem ROM 33 enthalten sind. Ein Helligkeitswert von 1 bis 10 wird auf dem Schalterfeld 201 ausgewählt. Dies ist der Wert der Helligkeit des Objektbildes, das auf dem Monitor 49 zu sehen ist. Der Mikroprozessor 30 gibt einen Referenzwert entsprechend dem Helligkeitswert ab.

Der Mikroprozessor 30 vergleicht dann das Helligkeitssignal der Bildsignalverarbeitungsschaltung 21, das mit dem A/D-Wandler 42 umgesetzt wurde, mit dem Referenzwert und steuert die Motorsteuerschaltung 28 zum Antrieb des Schrittmotors 26, wodurch die Abschirmung 25 zum Ändern der Lichtmenge gedreht wird.

Der Mikroprozessor vergleicht dann das von der Bildsignalverarbeitungsschaltung 21 abgegebene Helligkeitssignal nach Umsetzung in ein digitales Signal mit dem Referenzwert und steuert die Motorsteuerschaltung 28 so, daß der Schrittmotor 26 die Abschirmung 25 dreht, um die Lichtmenge zu verändern.

Fig. 7 zeigt eine Tabelle der Zahl der Antriebsimpulse, die dem Schrittmotor 26 für einen vorgegebenen Helligkeitsunterschied zuzuführen sind, gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung. Der vorgegebene Helligkeitsunterschied ist definiert als Absolutwert der Differenz des digitalen Helligkeitssignals und des Referenzwertes aus dem ROM 33. Dieses enthält auch acht Werte für die Zahl der Antriebsimpulse entsprechend dem Helligkeitsunterschied in zwei ROM-Tabellen.

Wenn der Helligkeitsunterschied klein ist, ist die Antriebsimpulszahl in beiden ROM-Tabellen klein. Nimmt der Helligkeitsunterschied zu, so steigt die Antriebsimpulszahl in beiden ROM-Tabellen. Für große Helligkeitsunterschiede sind aber die Werte der Antriebsimpulszahl in der ROM-Tabelle 1 größer als die entsprechende Antriebsimpulszahl in der ROM-Tabelle 2.

Fig. 8 zeigt das Flußdiagramm eines Hauptprogramms in dem ROM 33 für das erste Ausführungsbeispiel.

Eine vorbestimmte Initialisierungsroutine wird in Schritt S80 ausgeführt. Dann wird in den Schritten S81 und S82 jeweils eine auf dem Schalterfeld 201 bzw. auf der Tastatur eingestellte Prozedur ausgeführt. Eine Prozedur zum Steuern einer Operation der Lampensteuerschaltung 37 wird dann in Schritt S83 ausgeführt.

In Schritt S84 wird eine Normaloperation des Endoskops 1 ausgeführt, während Schritt S85 die Anzeige von Datum und Uhrzeit veranlaßt. Dann werden in Schritt S86 weitere Prozeduren ausgeführt und das Verfahren wiederholt.

In dem ersten Ausführungsbeispiel werden Informationen, die von dem Speicher 9 des Endoskops 1 zu dem Eingangs/Ausgangs-port 43 übertragen werden, zum Bestimmen verwendet, welche der ROM-Tabellen 1 oder 2 benutzt wird.

Ist das Endoskop 1 mit dem Videoprocessor 20 verbunden, so wird während des Schritts S84 der Endoskoptyp aus dem Speicher 9 gelesen, und die Information ersetzt eine vorbestimmte Variable und wird in dem RAM 34 gespeichert.

#### Schrittmotorantrieb mit Suchtabelle

Fig. 9 zeigt das Flußdiagramm der Antriebssteuerung des Schrittmotors 26 für das erste Ausführungsbeispiel.

Die Antriebssteuerung des Schrittmotors 26 ist eine Unterbrechungsprozedur, die in vorbestimmten Intervallen ausgeführt wird. In diesem Ausführungsbeispiel hat das vorbestimmte Intervall eine Länge von 0,05 Sekunden (50 ms).

Zunächst wird in Schritt S90 das Helligkeitssignal von der Bildsignalverarbeitungsschaltung 21 abgegeben. Das Helligkeitssignal wird dann in Schritt S91 in einen Helligkeitswert BV umgesetzt. Gleichfalls in Schritt S91 wird ein eingegebener Helligkeitswert IBL, der durch den Benutzer des Endoskops 1 gesetzt wird, zum Erzeugen eines Referenzhelligkeitswertes RV benutzt. In Schritt S92 wird dann der Referenzwert RV mit dem Helligkeitswert BV verglichen, um festzustellen, ob der Helligkeitswert BV innerhalb eines zulässigen Helligkeitsbereichs  $\beta$  liegt (d. h. Schritt S92 prüft, ob  $|RV-BV| > \beta$ ).

Wenn der Helligkeitswert BV des betrachteten Bildes innerhalb des zulässigen Bereichs bezüglich des eingegebenen Helligkeitswertes IBL liegt (S92:N), wird die Unterbrechungsprozedur beendet, und die Steuerung kehrt zum Hauptprogramm zurück.

Wenn die Differenz des Helligkeitswertes BV und des Referenzwertes RV außerhalb des zulässigen Bereichs liegt (S92:J), so wird in Schritt S93 geprüft, ob der Helligkeitswert BV größer als der Referenzwert RV ist. Ist dies der Fall (S93:J), wird ein Vorwärtsdrehsignal der Motorsteuerschaltung 28 in Schritt S94 zugeführt. Dies bewirkt, daß die Abschirmung 25 so gedreht wird, daß die Lichtmenge kleiner wird.

Wenn der Helligkeitswert BV kleiner als der Referenzwert RV ist (S93:N), wird ein Rückwärtsdrehsignal der Motorsteuerschaltung 28 in Schritt S95 zugeführt. Dadurch wird die Abschirmung 25 so gedreht, daß die Lichtmenge größer wird.

In Schritt S96 wird die Zahl der dem Motor während der Unterbrechungsroutine zuzuführenden Antriebsimpulse bestimmt. Sie wird entsprechend dem Unterschied der Helligkeit des mit der Bildsignalverarbeitungsschaltung 21 abgegebenen Bildsignals und des Referenzwertes bestimmt. Die Impulszahl, die der Differenz entspricht, wird dann aus einer der ROM-Tabellen 1 und 2 ausgelesen. Ferner wird eine der ROM-Tabellen abhängig von dem verwendeten Endoskop gewählt, wie noch eingehender beschrieben wird.

Dann wird in Schritt S97 die in Schritt S96 bestimmte Impulszahl dem Schrittmotor 26 zugeführt, und die Unterbrechungsprozedur ist beendet.

Fig. 10A zeigt den in Schritt S96 ausgeführten Prozeß der Bestimmung der Antriebsimpulszahl für die Impulssteuerschaltung 281 für das erste Ausführungsbeispiel.

In Schritt S100 wird geprüft, ob die an den Videoprocessors 20 angeschlossene Art des Endoskops 1 in dem Digestivsystem verwendet wird. Die dem Endoskoptyp entsprechenden Daten sind in dem Speicher 9 des Endoskops 1 enthalten.

Wenn der Endoskoptyp in dem Digestivsystem verwendbar ist (S100:J), so wird die ROM-Tabelle 1 zum Bestimmen der Antriebsimpulszahl des Schrittmotors 26 in Schritt S101 verwendet. Wenn der Endoskoptyp für ein anderes System, beispielsweise für das Atemsystem verwendbar ist (S100:N), so wird die ROM-Tabelle 2 zum Bestimmen der Antriebsimpulszahl für den Schrittmotor 26 in Schritt S102 verwendet. Die Steuerung geht dann zu Schritt S97.

Wenn, wie vorstehend beschrieben, die Differenz des Helligkeitswertes BV und des Referenzwertes RV relativ groß ist, wird eine größere Impulszahl dem Schrittmotor

26 zugeführt, und daher dreht sich die Abschirmung 25 während einer Unterbrechungsprozedur mit hoher Geschwindigkeit. Wenn die Differenz des Helligkeitssignalwertes und des Referenzwertes relativ klein ist, wird eine kleinere Impulszahl dem Schrittmotor 26 zugeführt. Da sich die Abschirmung 25 bei einer Unterbrechungsprozedur relativ langsam dreht, kann sie leicht in die optimale Stellung gebracht werden.

Ferner ist die Impulszahl für den Schrittmotor 26 abhängig von dem Endoskoptyp unterschiedlich. Daher kann die Steuerung des Schrittmotors 26 für jeden Endoskoptyp optimiert werden.

Fig. 10B zeigt den in Schritt S96 ausgeführten Prozeß, bei dem die Antriebsimpulszahl für den Schrittmotor 26 bestimmt wird, in einer Abänderung des ersten Ausführungsbeispiels.

Bei dieser Abänderung wird der Endoskoptyp entsprechend der Stellung des DIP-Schalters 11 bestimmt. Durch Setzen des Schalters in eine seiner beiden Stellungen kann der Endoskoptyp eingestellt werden.

Daher wird in Schritt S103 ähnlich wie in Schritt S100 bestimmt, ob der an den Videoprocessor 20 angeschlossene Endoskoptyp in dem Digestivsystem verwendet wird.

Wenn der Endoskoptyp für das Digestivsystem bestimmt ist (S103:J), so wird die ROM-Tabelle 1 zum Bestimmen der Antriebsimpulszahl für den Schrittmotor 26 in Schritt S104 verwendet. Ist das Endoskop für ein anderes System, beispielsweise für das Atemsystem bestimmt (S103:N), so wird die ROM-Tabelle 2 zum Bestimmen der Antriebsimpulszahl des Schrittmotors 26 in Schritt S105 benutzt. Die Steuerung geht dann zu Schritt S97.

Durch Verwenden einer einfachen Schaltung kann also der Benutzer den Endoskoptyp leicht feststellen. Da ferner der Endoskoptyp wählbar ist, kann die Steuerung des Schrittmotors 26 für jeden Endoskoptyp in oben beschriebener Weise optimiert werden.

Fig. 11B zeigt ein Zeitdiagramm der Antriebssteuerung des Schrittmotors 26 für das erste Ausführungsbeispiel. Es gilt für den Fall, daß der Schrittmotor 26 um 10° gedreht wird. In diesem Beispiel wird angenommen, daß der Schrittmotor 26 sich mit jedem Antriebsimpuls um 0,5° dreht. Bei dem ersten Ausführungsbeispiel ändert sich die Impulszahl bei jedem Unterbrechungsvorgang (d. h. 8, 4, 4, 2 und 2). Wie Fig. 11B ferner zeigt, sind nur fünf Unterbrechungen für eine Gesamtzeit von 0,25 Sekunden erforderlich. Ferner wird die Abschirmung 25 in die Optimalstellung gebracht, da die Zahl der Antriebsimpulse nicht auf ein Vielfaches von Drei begrenzt ist.

Wie oben beschrieben, wird der Schrittmotor 26 durch fünf Unterbrechungsvorgänge bewegt. Die Zahl der Impulse bei jedem Unterbrechen wird aus der ROM-Tabelle 1 oder 2 bestimmt. Durch Programmieren einer anderen ROM-Tabelle mit anderen Impulszahlen entsprechend dem Bereich der Helligkeitsdifferenzen könnten alle 20 Impulse dem Motor während des ersten Unterbrechungsvorgangs zugeführt werden. Die dem Schrittmotor 26 zugeführte Impulszahl ist nur durch die Periode eines Impulses und das Intervall zwischen aufeinanderfolgenden Unterbrechungen bestimmt.

Wenn das Endoskop für das Digestivsystem zu verwenden ist, ist der Objektbereich relativ groß, und die Entfernung schwankt. In diesem Fall spricht durch Verwenden der ROM-Tabelle 1 das Endoskop schnell auf die Entfernungsänderung an. Wenn das Endoskop nicht für das Digestivsystem bestimmt ist, so ist der Objektbe-



reich kleiner ohne schwankende Objektentfernung. In diesem Fall kann die Helligkeit durch Anwenden der ROM-Tabelle 2 genau eingestellt werden.

Wie oben beschrieben, kann die Lichtmenge durch Einstellen der Impulszahl für den Schrittmotor 26 entsprechend der Differenz des Helligkeitswertes BV und des Referenzhelligkeitswertes RV schnell geändert werden, wodurch die Ansprechzeit des Endoskops verkürzt wird. Da ferner die Anzahl der Schritte klein sein kann, wenn die erfaßte Helligkeit etwas außerhalb des zulässigen Helligkeitsbereichs liegt, kann die Genauigkeit der Lichtmengensteuerung erhöht werden, ohne die Ansprechzeit des Endoskops zu beeinträchtigen. Da ferner die Stabilität der Lichtmengensteuerung verbessert ist, können Schwingneigungen verhindert werden.

Bei dem vorstehend beschriebenen ersten Ausführungsbeispiel wurden zwei Endoskoptypen genannt, nämlich ein Typ für das Digestivsystem, sowie die übrigen Endoskope. Es ist aber auch möglich, mehr als zwei Kategorien von Endoskopen vorzusehen, wobei dann mehr als zwei ROM-Tabellen für gespeicherte Impulszahlen erforderlich sind.

#### Einstellbare Intervalle zwischen den Unterbrechungen

Fig. 8 zeigt auch das Flußdiagramm des Hauptprogramms für ein zweites Ausführungsbeispiel der Erfindung. Fig. 12 und 13 zeigen das Flußdiagramm einer Subroutine der in Schritt S84 des Hauptprogramms gemäß Fig. 8 aufgerufenen Endoskopoperationen.

In dem zweiten Ausführungsbeispiel wird der Intervallzeitgeber 44 mit einem von zwei unterschiedlichen Intervallwerten abhängig von dem Endoskoptyp programmiert, der an den Videoprozessor 20 angeschlossen ist. Ferner wird ein Merker U1 auf 1 gesetzt, wenn das Endoskop mit dem Videoprozessor 20 verbunden ist, während er auf 0 gesetzt ist, wenn das Endoskop 1 nicht mit dem Videoprozessor 20 verbunden ist.

In Schritt S120 wird geprüft, ob das Endoskop 1 mit dem Videoprozessor 20 verbunden ist, indem der Merker U1 geprüft wird. Das Setzen des Merkers U1 ändert sich, wenn eine Änderung der physikalischen Verbindung des Endoskops 1 mit dem Videoprozessor 20 erfaßt wird. Ist U1 auf 0 (S120:J), so ist das Endoskop 1 gerade nicht mit dem Videoprozessor 20 verbunden. In Schritt S121 wird dann der Verbindungsstatus des Endoskops 1 mit dem Videoprozessor 20 überwacht. Ist das Endoskop 1 nicht mit dem Videoprozessor 20 verbunden (S121:N), so endet die Routine, und die Steuerung kehrt zu dem Hauptprogramm zurück.

Ist das Endoskop 1 mit dem Videoprozessor 20 verbunden (S121:J), so wird in Schritt S122 der Merker U1 auf 1 gesetzt. In Schritt S123 wird dann der Endoskoptyp bestimmt. Der in diesem Schritt ausgeführte Prozeß ist in Fig. 13 gezeigt und wird noch eingehender beschrieben. Dann wird der Endoskoptyp auf dem Monitor 49 in Schritt S126 dargestellt, und die Routine ist beendet.

Wenn in Schritt S120 festgestellt wird, daß das Endoskop 1 gerade mit dem Videoprozessor 20 verbunden ist (S120:N), wird der Verbindungsstatus des Endoskops mit dem Videoprozessor 20 in Schritt S125 überwacht. Bleibt das Endoskop 1 mit dem Videoprozessor 20 verbunden (S125:J), so endet die Routine, und die Steuerung kehrt zum Hauptprogramm zurück.

Wird das Endoskop 1 von dem Videoprozessor 20 getrennt (S125:N), so wird der Merker U1 in Schritt S126 auf 0 gesetzt, und der Endoskoptyp wird auf dem

Monitor 49 in Schritt S127 gelöscht. Die Routine ist dann beendet, und die Steuerung kehrt zum Hauptprogramm zurück.

Fig. 13 zeigt den in Schritt S123 ausgeführten Prozeß deutlicher.

In Schritt S130 wird bestimmt, ob das Endoskop für das Digestivsystem bestimmt ist. Im zweiten Ausführungsbeispiel kann der Endoskoptyp unter Verwendung von Daten im Speicher 9 oder durch Setzen des DIP-Schalters 11 bestimmt werden.

Wenn das Endoskop 1 für das Digestivsystem bestimmt ist (S130:J), so wird in Schritt S131 der Intervallzeitgeber 44 auf N1 gesetzt. Wenn es sich um einen anderen Endoskoptyp handelt (S130:N), so wird der Intervallzeitgeber 44 in Schritt S132 auf N2 gesetzt.

Wie oben beschrieben, kann das Unterbrechungsintervall einen von zwei Werten haben, was von dem an den Videoprozessor 20 angeschlossenen Endoskoptyp abhängt. Im zweiten Ausführungsbeispiel sind die beiden Werte 50 ms und 80 ms. Ferner ist die Impulszahl für den Schrittmotor 26 für jeden Endoskoptyp gleich.

Die zum Steuern des Schrittmotors 26 im zweiten Ausführungsbeispiel verwendete Unterbrechungsroutine ist ähnlich der Antriebssteuerung des Schrittmotors 26 im ersten Ausführungsbeispiel, die oben in Verbindung mit Fig. 9 beschrieben wurde. In Schritt S96 ist aber die Impulszahl zum Antrieb des Schrittmotors ein fester Wert.

Fig. 14A und 14B zeigen das Zeitdiagramm der Antriebssteuerung des Schrittmotors 26 für ein Endoskop für das Digestivsystem und für ein Endoskop für das Atemsystem.

Wenn das Endoskop für das Digestivsystem verwendet wird, ist das Zeitintervall auf 50 ms eingestellt, da der zu betrachtende Bereich relativ groß ist und der Objekt-  
abstand häufig wechselt. Daher kann die Abschirmung 25 bei einer Entfernungsänderung schnell bewegt werden.

Wenn das Endoskop für ein anderes System, beispielsweise das Atemsystem verwendet wird, ist das Zeitintervall auf 80 ms eingestellt, da der betrachtete Bereich klein ist und die Objektentfernung nicht häufig wechselt. Daher kann die Abschirmung 25 mit größerer Stabilität bewegt werden.

Fig. 15 zeigt das Hauptprogramm für den Betrieb eines dritten Ausführungsbeispiels der Erfindung. Bei diesem wird die Motorsteuerung als Teil der Lichtmengensteuer-Subroutine und nicht als Unterbrechungsprozedur durchgeführt. Ferner setzt in diesem Ausführungsbeispiel der DIP-Schalter 11 die Werte N1 und N2 in dem Intervallzeitgeber 44 mit Software des Mikroprozessors 30, um das Intervall zwischen den Ausführungen der Subroutine zu bestimmen.

Das Hauptprogramm für das dritte Ausführungsbeispiel ist ähnlich dem Hauptprogramm des ersten Ausführungsbeispiels nach Fig. 8, wobei die Schritte S150 bis S155 mit den Schritten S80 bis S85 übereinstimmen.

So wird in Schritt S150 die vorbestimmte Initialisierungsroutine ausgeführt. Dann wird in den Schritten S151 und S152 eine auf dem Schalterfeld 201 bzw. der Tastatur eingestellte Prozedur ausgeführt. In Schritt S153 wird dann die Lampensteuerschaltung 27 angesteuert.

In Schritt S154 wird eine Normaloperation des Endoskops 1 ausgeführt, während in Schritt S155 Datum und Uhrzeit angezeigt werden. In Schritt S156 wird die Subroutine der Lichtmengensteuerung aufgerufen, und dann werden weitere Prozesse in Schritt S157 ausge-

führt. Das Programm wird dann wiederholt.

In Schritt S154 ist die zum Durchführen der Endoskopoperationen aufgerufene Subroutine ähnlich der Subroutine des zweiten Ausführungsbeispiels gemäß Fig. 12. In Schritt S123 wird jedoch nur der Endoskoptyp bestimmt (d. h. durch Lesen des Speichers 9 oder aus der Stellung des DIP-Schalters 11), da die Werte N1 und N2 durch den DIP-Schalter 11 eingestellt werden.

Fig. 16 zeigt das Flußdiagramm einer Subroutine zur Lichtmengensteuerung, die in Schritt S156 des Hauptprogramms aufgerufen wird. In dieser Routine wird eine Variable c als Zähler verwendet. In Schritt S160 wird der Wert c um 1 erhöht. In Schritt S161 wird geprüft, ob der DIP-Schalter 11 geöffnet ist. Trifft dies zu (S161:J), so wird c in Schritt S162 durch den Wert N1 geteilt, und es ergibt sich ein Rest REM. Ist der DIP-Schalter 11 geschlossen (S161:N), so wird c in Schritt S163 durch den Wert N2 geteilt, und es ergibt sich der Rest REM. Dann wird in Schritt S164 bestimmt, ob der Rest REM gleich 0 ist. Trifft dies zu (S164:J), wird die Motorantriebs subroutine in Schritt S165 aufgerufen, womit die Routine beendet ist. Ist REM ungleich 0 (S164:N), so endet die Routine.

Somit wird in dem dritten Ausführungsbeispiel das Intervall der Motorantriebsimpulse durch das Setzen des DIP-Schalters 11 gesteuert. Wenn die Hauptroutine gemäß Fig. 15 beispielsweise 3 ms erfordert, wird N1 auf 17 gesetzt und der DIP-Schalter geöffnet, und dann wird die Motorantriebsprozedur jeweils nach 50 ms ausgeführt. Wenn ferner N2 auf 27 gesetzt ist und der DIP-Schalter geschlossen wird, so wird die Motorantriebsprozedur nach jeweils 80 ms ausgeführt.

In dem dritten Ausführungsbeispiel kann der DIP-Schalter 11 normalerweise geöffnet werden. Daher wird die Lichtmengensteuerung häufiger ausgeführt und hat eine kürzere Ansprechzeit. Wenn die Abschirmung 25 durch Ändern einer Eigenschaft der Blendensteuerschaltung bei Änderung des Endoskoptyps oder bei Wechsel der Lampe nicht in eine vorbestimmte Position kommt, wird die Schwingneigung durch Schließen des DIP-Schalters 11 verhindert.

Bei dem vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiel kann mit dem DIP-Schalter 11 eine von nur zwei Bedingungen gewählt werden. Wird aber ein Drehschalter o. ä. verwendet, so können mehr als zwei Bedingungen oder mehr als zwei Konstanten Nn (n = 1, 2, 3, ...) verwendet werden. In diesem Fall kann das optimale Zeitintervall zum Betreiben des Schrittmotors 26 abhängig von der Endoskopart, den Umgebungsbedingungen, mechanischen Eigenschaften und/oder Wünschen des Benutzers gewählt werden.

Bei dem dritten Ausführungsbeispiel kann die Bewegung der Abschirmung ohne Schwingneigung schnellstens ablaufen, da das Intervall des Motorantriebs geändert wird. Auch wenn eine Schwingneigung durch langsames Ansprechen bei Ändern der Helligkeit nach Antrieb des Schrittmotors 26 auftritt, kann der Betrieb der Lichtmengensteuerung stabil realisiert werden, indem ohne Änderung der Software oder Hardware die Periode verlängert wird.

Wie oben beschrieben, kann der Motorantrieb als Unterbrechungsprozedur oder als Teil einer Normalprozedur ausgeführt werden. Ferner kann das Intervall durch Software manuelle Einstellung, entsprechend dem an den Videoprozessor angeschlossenen Endoskoptyp oder durch Setzen eines DIP-Schalters bestimmt werden. Das Einstellen des Intervalls ist jedoch auf diese Methoden nicht begrenzt, es kann auch durch

ein anderes Verfahren, beispielsweise durch direkte Dateneingabe, erfolgen.

#### Phasengesteuerter Antrieb

Fig. 17 zeigt die Kurve  $y = f(\theta)$  für den Zusammenhang des Drehwinkels  $\theta$  mit dem digitalen Helligkeitssignalwert y des mit dem Endoskop 1 betrachteten Bildes. Fig. 18 zeigt einen vergrößerten Teil der Kurve  $y = f(\theta)$ . Eine Schwingneigung wird nicht auftreten, wenn die folgende Gleichung erfüllt ist, die Fig. 18 entspricht:

$$\left| \frac{dy}{d\theta} \right| \Delta\theta \leq 2\beta$$

damit gilt

$$\left| \frac{dy}{d\theta} \right| \leq \frac{2\beta}{\Delta\theta} \quad (a)$$

wobei  $\beta$  ein Grenzwert, bezogen auf den Helligkeitsreferenzwert, des zulässigen Helligkeitssignals ist (d. h. der zulässige Helligkeitsbereich ist gleich dem Helligkeitsreferenzsignal  $\pm \beta$ ),

$\Delta\theta$  der Drehwinkel bei jeder Motoroperation ist, und  $|dy/d\theta|$  die Steigung einer Tangente an der Kurve  $y = f(\theta)$  bei dem Helligkeitsreferenzwert ist.

Ferner wird vorausgesetzt, daß der Schrittmotor 26 bei seinem Betrieb in dem Steuersystem keine Verzögerung hat.

Wenn die Kurve  $y = f(\theta)$  eine monoton abfallende konvexe Funktion darstellt, so nimmt gemäß Fig. 17 der Absolutwert  $|dy/d\theta|$  mit zunehmendem Wert  $\theta$  zu. Daher kann die Gleichung (a) möglicherweise nicht erfüllt sein, wenn  $\theta$  relativ groß ist. In diesem Fall wird die Erregungsart des Schrittmotors 26 von 2-Phasen-Erregung auf 1-2-Phasen-Erregung umgeschaltet. Wird der Motor so betrieben, dann ist der Drehwinkel  $\Delta\theta_1$  des Schrittmotors 26 gleich dem halben Drehwinkel  $\Delta\theta_2$ , wenn der Motor mit 2-Phasen-Erregung betrieben wird. Daher wird beim Betrieb des Schrittmotors 26 mit 1-2-Phasen-Erregung der Wert  $2\beta/\Delta\theta$  verdoppelt und die Gleichung (a) erfüllt.

Wird beispielsweise ein Impuls des Schrittmotors 26 bei 2-Phasen-Erregung zugeführt, so ergibt sich für den Drehwinkel  $\Delta\theta_2$  ein Wert von  $0,5^\circ$ , und  $\beta$  ist gleich 1. Die rechte Seite der Gleichung (a) hat daher den Wert 4.

Entsprechend der in Fig. 17 gezeigten Kurve ist  $|dy/d\theta|$  größer als 4, wenn  $\theta$  größer als  $15^\circ$  ist. Deshalb wird in dem Bereich, wo  $\theta$  größer als  $15^\circ$  ist, die Gleichung (a) nicht erfüllt. Wird die Motorerregung auf 1-2-Phasen-Erregung umgeschaltet, so hat  $2\beta/\Delta\theta$  den Wert 8. Entsprechend der in Fig. 17 gezeigten Kurve ist  $|dy/d\theta|$  kleiner als 8 in dem Bereich, wo  $\theta$  größer als  $15^\circ$  ist. Daher wird durch Umschalten des Motors auf 1-2-Phasen-Erregung die Gleichung (a) erfüllt, wenn  $\theta$  größer als  $15^\circ$  ist. Da die Helligkeitsänderung pro Grad der Drehung des Schrittmotors 26 bei 1-2-Phasen-Erregung der halben Änderung der Helligkeit pro Grad der Drehung bei 2-Phasen-Erregung ist, wird die Genauigkeit der Bewegung des Schrittmotors 26 erhöht, und die Schwingneigungen können vermieden werden.

Fig. 19 zeigt das Flußdiagramm einer Unterbrechungs routine zum Steuern des Antriebs des Schrittmotors.

tors 26 gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel der Erfindung. Hierbei ist der Zeitgeber 44 so programmiert, daß die Unterbrechungsroutine nach jeweils 30 ms durchgeführt wird. Ferner stimmt das Hauptprogramm mit dem in Fig. 8 gezeigten Hauptprogramm des ersten Ausführungsbeispiels überein.

Bei dem vierten Ausführungsbeispiel gibt ein Zählwert  $c$  die kumulative Impulszahl an, die dem Schrittmotor 26 zugeführt wird, und  $P$  ist eine Impulszahl, die dem Schrittmotor 26 während einer Unterbrechungsroutine zugeführt wird. Das Motorerregungsverfahren ist durch den Merker  $U2$  vorgegeben. Bei  $U2 = 0$  wird die 2-Phasen-Erregung verwendet. Bei  $U2 = 1$  wird die 1-2-Phasen-Erregung verwendet. Ferner ist ein Wert  $N$  äquivalent der Impulszahl für den Schrittmotor 26 wenn die Gleichung (a) erfüllt ist, und  $\Delta c$  ist ein Wert, um den der Zählwert  $c$  erhöht wird.

In Schritt S190 wird die Phase der Erregung des Schrittmotors 26 bestimmt. Fig. 20A zeigt das Flußdiagramm zum Bestimmen der Phasenzahl der Erregung des Schrittmotors 26 für das vierte Ausführungsbeispiel.

Zunächst wird in Schritt S200 der Zählwert  $c$  mit dem vorbestimmten Wert  $N$  verglichen. Ist  $c$  nicht größer als  $N$  (S200:N), so bestimmt Schritt S205, ob der Schrittmotor 20 eine 2-Phasen-Erregung hat, indem der Merker  $U2$  geprüft wird. Ist  $U2 = 1$  (S205:J), so wird der Merker  $U2$  auf 0 und  $\Delta c$  auf  $2P$  gesetzt (Schritt S206). Dann wird in Schritt S207 das 2-Phasen-Erregungsverfahren gesetzt. Ist der Merker  $U2$  ungleich 1 (S205:N), so werden die Schritte S206 und S207 übersprungen.

Ist der Wert  $c$  größer als  $N$  (S200:J), so geht die Steuerung nach Schritt S202, bei dem durch Prüfen des Merkers  $U2$  festgestellt wird, ob der Schrittmotor 26 die 1-2-Phasen-Erregung hat. Ist  $U2$  gleich 0 (S202:J), so wird der Merker  $U2$  auf 1 und  $\Delta c$  auf  $P$  gesetzt (Schritt S203). Dann wird in Schritt S204 die 1-2-Phasen-Erregung gesetzt. Ist der Merker  $U2$  ungleich 0 (S202:N), so werden die Schritte S203 und S204 übersprungen.

In Schritt S208 wird das Helligkeitssignal aufgenommen, und in Schritt S209 wird der Helligkeitswert  $BV$  entsprechend dem empfangenen Helligkeitssignal bestimmt. Die Steuerung geht dann zu Schritt S191 des in Fig. 19 gezeigten Flußdiagramms.

In Schritt S191 wird der Referenzwert  $RV$  entsprechend dem Eingangshelligkeitswert  $IBL$  bestimmt, der durch den Benutzer des Endoskops 1 eingestellt ist. In Schritt S192 wird dann geprüft, ob der Wert  $BV$  des empfangenen Helligkeitssignals innerhalb des zulässigen Helligkeitsbereichs liegt (d. h.  $|RV - BV| > \beta$ ).

Liegt der Helligkeitswert  $BV$  nicht in dem zulässigen Helligkeitsbereich (S192:J), so wird er mit dem Referenzwert  $RV$  in Schritt S193 verglichen. Andernfalls (S192:N) ist die Routine beendet.

Ist der Helligkeitswert größer als der Helligkeitsreferenzwert (S193:J), wird der Vorwärtsantriebsimpuls in Schritt S194 abgegeben und in Schritt S195 der Zählwert  $c$  um  $\Delta c$  erhöht. Andernfalls (S193:N) wird in Schritt S196 der Rückwärtsdrehimpuls abgegeben und der Zählwert  $c$  in Schritt S197 um  $\Delta c$  verringert.

In Schritt S198 wird dann die vorbestimmte Impulszahl dem Schrittmotor 26 zugeführt, und die Routine ist beendet.

Fig. 21 ist eine Tabelle für den Zusammenhang zwischen dem Zählwert  $c$ , dem Drehwinkel der Abschirmung 25 und der über die Sammellinse 24 geleiteten Lichtmenge. Wie Fig. 21 zeigt, ist der Drehwinkel  $0^\circ$  und die Lichtmenge groß, wenn der Zählwert  $c$  gleich 0 ist. Mit zunehmendem Zählwert  $c$  nimmt der Drehwin-

kel zu, und die Lichtmenge wird kleiner. Ist  $c$  gleich 120, so ist der Drehwinkel  $30^\circ$ , und die Lichtmenge ist klein.

Wie oben beschrieben, wird das Erregungsverfahren des Motors 26 von 2-Phasen-Erregung auf 1-2-Phasen-Erregung umgeschaltet, wenn die Abschirmung 25 gedreht wird, um die Lichtmenge zu verkleinern. Ist ferner die kumulative Impulszahl, die dem Schrittmotor zugeführt wurde und gezählt wird, kleiner als oder gleich dem vorbestimmten Wert  $N$ , so wird der Schrittmotor 26 mit 2-Phasen-Erregung betrieben. Deshalb wird die Abschirmung 25 zunächst schnell gedreht. Wenn die kumulative Impulszahl den vorbestimmten Wert  $N$  überschreitet, wird der Schrittmotor 26 mit 1-2-Phasen-Erregung betrieben. Somit wird die Abschirmung 25 in kleineren Schritten und bei jeder sukzessiven Unterbrechung genauer bewegt. Durch das vorstehend beschriebene Steuerverfahren wird die Abschirmung 25 also so gedreht, daß die Lichtmenge schnell und genau geändert wird, während gleichzeitig die Schwingneigung vermieden wird.

Fig. 20B zeigt das Flußdiagramm eines Prozesses zum Bestimmen der Phasenzahl der Erregung des Schrittmotors 26 in Schritt S190 für eine Abänderung des vierten Ausführungsbeispiels. Das Verfahren ist ähnlich dem vorstehend beschriebenen gemäß Fig. 20A mit dem Unterschied, daß die Schritte S208 und S209 vor der Bestimmung der Erregungsart des Motors liegen. Ferner wird ein zusätzlicher Schritt S201 ausgeführt.

Wie in Fig. 20B gezeigt, wird in Schritt S208 das Helligkeitssignal empfangen und dann der Helligkeitswert  $BV$  in Schritt S209 bestimmt. Dann wird in Schritt S200 der Wert  $c$  mit dem vorbestimmten Wert  $N$  verglichen. Ist  $c$  kleiner oder gleich  $N$  (S200:N), so werden die Schritte S205 bis S207 in vorstehend beschriebener Weise ausgeführt.

Ist jedoch  $c$  größer als  $N$  (S200:J), so wird Schritt S201 vor Schritt S202 ausgeführt. In Schritt S201 wird der Wert  $BV$  mit einem vorbestimmten Wert  $M$  verglichen, der kleiner als der minimale Referenzwert ist. Ist  $BV$  größer als  $M$  (S201:J), werden die Schritte S205 bis S207 ausgeführt, und der Schrittmotor 26 wird mit 2-Phasen-Erregung betrieben. Ist  $BV$  kleiner als oder gleich  $M$  (S201:N), so werden die Schritte S202 bis S204 wie vorstehend beschrieben ausgeführt, und der Schrittmotor 26 wird mit 1-2-Phasen-Erregung betrieben.

Wie vorstehend beschrieben, wird der Schrittmotor 26 bei dem abgeänderten vierten Ausführungsbeispiel mit 2-Phasen-Erregung betrieben, auch wenn die kumulative Impulszahl entsprechend dem Zählwert  $c$  größer als der vorbestimmte Wert  $N$  ist, wenn der Helligkeitswert  $BV$  größer als der vorbestimmte Wert  $M$  ist. Bei diesem abgeänderten Ausführungsbeispiel wird der Schrittmotor 26 länger mit 2-Phasen-Erregung betrieben, wenn der Helligkeitswert groß ist, und daher wird die zum Drehen der Abschirmung 25 erforderliche Zeit verkürzt, so daß der Helligkeitswert in den zulässigen Bereich gebracht wird. Ist der Wert  $BV$  kleiner als  $M$ , so wird der Schrittmotor 26 mit 1-2-Phasen-Erregung betrieben, und daher bleibt die Genauigkeit der Drehung der Abschirmung 25 hoch, wenn der Helligkeitswert dem zulässigen Helligkeitsbereich nahe kommt.

Fig. 22 und 23 zeigen eine Abschirmung 25M bei einer zweiten Abänderung des vierten Ausführungsbeispiels. Die Abschirmung 25M wird gemäß den Flußdiagrammen in Fig. 19 und 20A betrieben.

Bei der zweiten Abänderung des vierten Ausführungsbeispiels ist die Abschirmung 25M flach und hat

einen rechteckigen Querschnitt. Ferner ist der Zusammenhang des Drehwinkels der Abschirmung 25M mit dem A/D-umgesetzten Helligkeitssignal Y gemäß Fig. 24 anders als der entsprechende Zusammenhang gemäß Fig. 17. In Fig. 24 ist  $y = g(\theta)$  gezeigt, wobei y das Helligkeitssignal und  $\theta$  der Drehwinkel ist. Die Kurve  $y = g(\theta)$  ist gleichfalls eine monoton abfallende Funktion. Allgemein nimmt jedoch  $|dy/d\theta|$  mit zunehmendem Wert  $\theta$  ab.

Daher wird bei der zweiten Abänderung des vierten Ausführungsbeispiels der Schrittmotor 26 mit 1-2-Phasen-Erregung betrieben, wenn der Drehwinkel  $\theta$  kleiner oder gleich einem vorbestimmten Winkel ist. Er wird mit 2-Phasen-Erregung betrieben, wenn der Drehwinkel  $\theta$  größer als der vorbestimmte Winkel ist. In diesem Fall ist der vorbestimmte Winkel gleich der Winkelstellung des Schrittmotors 26, wenn der Zählwert N ist.

Wird die Abschirmung 25M gemäß den Flußdiagrammen in Fig. 19 und 20B angetrieben, so wird der Schrittmotor 26 mit 1-2-Phasen-Erregung betrieben, wenn  $\theta$  kleiner als oder gleich einem vorbestimmten Winkel ist. Er wird mit 2-Phasen-Erregung betrieben, wenn  $\theta$  nicht kleiner als der vorbestimmte Winkel ist. Überschreitet der Helligkeitssignalwert den maximalen Referenzwert  $REF_{max}$  ( $REF_{max} = 161$ , siehe Fig. 24), so wird der Schrittmotor 26 unabhängig vom Zählwert c mit 2-Phasen-Erregung betrieben.

Fig. 25 zeigt grafisch die Helligkeit y des mit drei unterschiedlichen Endoskoparten betrachteten Objekts als Funktion des Drehwinkels  $\theta$  des Schrittmotors 26. Das Endoskop A wird für das digestive System verwendet, das Endoskop C für das respiratorische System. Der Unterschied der Helligkeitscharakteristik der Endoskope kann auf die unterschiedlichen f-Zahlen der Objektive und die unterschiedliche Zahl von Lichtleitfasern in den Endoskopen zurückgeführt werden.

Wie ferner in Fig. 25 gezeigt, ist der Wert  $|dy/d\theta|$  für das Endoskop c für alle Werte  $\theta$  klein, und daher kann der Schrittmotor 26 immer mit 2-Phasen-Erregung betrieben werden.

Daher wird bei einer dritten Abänderung des vierten Ausführungsbeispiels zunächst die Information über die Endoskopart dem Videoprozessor 20 übermittelt. Ist das Endoskop 1 vom Typ A oder B, so wird Schritt S202 wie oben beschrieben durchgeführt. Ist jedoch das Endoskop vom Typ C, so geht die Steuerung zu Schritt S207, wo für den Schrittmotor 26 die 2-Phasen-Erregung eingestellt wird.

Gemäß der dritten Abänderung des vierten Ausführungsbeispiels wird das Antriebsverfahren des Schrittmotors 26 entsprechend dem Endoskoptyp, der Helligkeit des betrachteten Bildes und der Position der Abschirmung 25 bestimmt. Daher kann die Bildhelligkeit schnell und ohne Schwingneigung eingestellt werden.

#### Einstellung des Helligkeitsbereichs

Fig. 26 zeigt das Flußdiagramm für die Steuerung des Schrittmotors 26 gemäß einem fünften Ausführungsbeispiel. Hierbei wird die Unterbrechung in dem in Fig. 8 gezeigten Hauptprogramm jeweils nach 30 ms ausgeführt. Ferner ist die dem Schrittmotor 26 zuzuführende Impulszahl während jeder Unterbrechung 2. Daher wird der Schrittmotor 26 nach jeder Unterbrechung um  $1^\circ$  gedreht.

In Schritt S260 wird das Helligkeitssignal aufgenommen. In Schritt S261 werden dann der Helligkeitswert BV des Helligkeitssignals und der Referenzwert ent-

sprechend einem Eingangshelligkeitswert IBL bestimmt. Dann wird in Schritt S262 geprüft, ob der Helligkeitswert BV größer als der Referenzwert RV ist. Trifft dies zu (S262:J), so wird das Vorwärtsdrehsignal in Schritt S263 abgegeben. Andernfalls (S262:N) wird das Rückwärtsdrehsignal in Schritt S264 abgegeben.

Eine Subroutine zum Bestimmen der dem Motor zuzuführenden Impulszahl wird dann in Schritt S265 aufgerufen. Nachdem die Impulszahl bestimmt und dem Motor 26 übermittelt ist, wird die Routine beendet.

Fig. 27 zeigt eine Tabelle für den Zusammenhang der Helligkeitssignaländerung  $\Delta y$  und des Drehwinkels  $\theta$  des Schrittmotors 26 entsprechend der Kurve A in Fig. 25. Wie Fig. 27 zeigt, sind die Helligkeitswerte in fünf Gruppen unterteilt, wobei die Änderung  $\Delta y$  des Helligkeitssignals pro Grad der Drehung der Abschirmung 25 abnimmt, wenn der Helligkeitswert y zunimmt.

Fig. 28 zeigt vergrößert einen Teil der Kurve von Fig. 25. Wie Fig. 28 zeigt, muß die Helligkeitssignaländerung  $\Delta y$  pro Änderung der Drehung des Schrittmotors 26 während einer Unterbrechung (d. h.  $1^\circ$ ) kleiner als der zulässige Helligkeitsbereich (d. h. 2 $\beta$ ) sein, um die Abschirmung 25 so einzustellen, daß keine Schwingneigung auftritt.

Bei dem fünften Ausführungsbeispiel werden die zulässigen Helligkeitsbereiche  $\beta_n$  ( $n = 1, 2, 3$ ) so bestimmt, daß  $\beta_1 = 2$ ,  $\beta_2 = 3$  und  $\beta_3 = 4$ . Ferner wird der Helligkeitsbereich entsprechend dem Helligkeitswert IBL gewählt, der auf dem Schalterfeld 201 eingestellt wurde. Der Bereich  $\beta_1$  wird verwendet, wenn der eingegebene Helligkeitswert IBL 10 ist. Ist der eingegebene Helligkeitswert IBL 9, 8 oder 7, so wird der Bereich  $\beta_2$  verwendet. Ist der eingegebene Helligkeitswert IBL 6 oder kleiner, so wird der Bereich  $\beta_3$  verwendet.

Wie oben gezeigt, nimmt der zulässige Helligkeitsbereich  $\beta_n$  zu, wenn der eingegebene Helligkeitswert IBL abnimmt, da die Helligkeitsänderung pro Grad der Drehung klein ist, wenn der Helligkeitswert BV hoch ist, während sie groß ist, wenn der Helligkeitswert BV klein ist, wie Fig. 25 zeigt. Mit anderen Worten, nimmt die  $|dy/d\theta|$  zu, wenn  $\theta$  zunimmt. Durch vorstehend beschriebene Auswahl des zulässigen Bereichs ergibt sich ein schnelles Ansprechen bei der Drehung der Abschirmung ohne Schwingneigung.

Fig. 29 zeigt das Flußdiagramm des Schritts S265 aus Fig. 26 für das fünfte Ausführungsbeispiel.

In Schritt S290 wird geprüft, ob der eingegebene Helligkeitswert 10 ist. Trifft dies zu (S290:J), so wird in Schritt S291 geprüft, ob  $|RV-BV|$  größer als  $\beta_1$  (d. h. 2) ist. Trifft dies zu (S291:J), so wird die vorbestimmte Impulszahl (d. h. 2) in Schritt S297 dem Schrittmotor 26 zugeführt.

Ist  $|RV-BV|$  nicht größer als  $\beta_1$  (S291:N), so endet die Subroutine, und die Unterbrechungsprozedur gemäß Fig. 26 wird beendet.

Ist der eingegebene Helligkeitswert IBL 9, 8 oder 7 (S290:N, S292:J), und ist  $|RV-BV|$  größer als  $\beta_2$  (S293:J), so geht die Steuerung zu Schritt S297, wo die vorbestimmte Impulszahl dem Schrittmotor 26 zugeführt wird. Ist jedoch  $|RV-BV|$  nicht größer als  $\beta_2$  (S293:N), so endet die Subroutine, und die Unterbrechungsprozedur ist beendet.

Ist der eingegebene Helligkeitswert IBL 6 oder kleiner (S294:J), und ist  $|RV-BV|$  größer als  $\beta_3$  (S295:J), so geht die Steuerung zu Schritt S297, wo die vorbestimmte Impulszahl dem Schrittmotor 26 zugeführt wird. Ist  $|RV-BV|$  nicht größer als  $\beta_3$  (S295:N), so endet die Subroutine, und die Unterbrechungsprozedur wird abge-

geschlossen.

Liegt der eingegebene Helligkeitswert IBL nicht zwischen 1 und einschließlich 10, so wird er in Schritt S296 zwangsweise auf einen vorgegebenen Wert, z. B. auf 5 gesetzt, und die Unterbrechungsprozedur wird abgeschlossen.

Wie vorstehend beschrieben, ist bei dem fünften Ausführungsbeispiel die dem Schrittmotor 26 zugeführte Impulszahl eine Konstante für alle eingegebenen Helligkeitswerte. Der zulässige Helligkeitsbereich  $\beta$  ändert sich jedoch entsprechend dem eingegebenen Helligkeitswert IBL.

Fig. 30 zeigt eine Tabelle für den Zusammenhang des Drehwinkels  $\theta$  des Schrittmotors 26 und der Helligkeitsänderung  $\Delta y$  pro Grad der Drehung des Schrittmotors 26 gemäß einer Abänderung des fünften Ausführungsbeispiels. Diese Tabelle entspricht auch der Kurve A nach Fig. 25. Bei dem abgeänderten fünften Ausführungsbeispiel wird der Bereich  $\beta_n$  entsprechend dem Drehwinkel  $\theta$  des Schrittmotors 26 geändert, dem zwei Impulse zugeführt werden.

Fig. 31 zeigt die Subroutine für den Motorbetrieb gemäß dem abgeänderten fünften Ausführungsbeispiel, die in Schritt S295 der Unterbrechungsroutine gemäß Fig. 26 aufgerufen wird.

Ist in Schritt S310 der Drehwinkel  $\theta$  größer als oder gleich  $\theta_1$  (S310:J), so wird in Schritt S311 geprüft, ob  $|RV-BV|$  größer als  $\beta_4$  ist. Trifft dies zu (S311:J), so wird die vorbestimmte Impulszahl (d. h. 2) dem Schrittmotor 26 in Schritt S317 zugeführt. Trifft dies nicht zu (S311:N), so endet die Subroutine, und die Unterbrechungsprozedur gemäß Fig. 26 wird beendet.

Ist der Drehwinkel  $\theta$  größer als oder gleich  $\theta_2$  (S310:N, S312:J), und ist  $|RV-BV|$  größer als  $\beta_5$  (S313:J), so wird die vorbestimmte Impulszahl in Schritt S317 dem Schrittmotor 26 zugeführt. Ist aber  $|RV-BV|$  nicht größer als  $\beta_5$  (S313:N), so endet die Subroutine, und die Unterbrechungsprozedur wird beendet.

Ist der Drehwinkel  $\theta$  größer als oder gleich  $\theta$  (S312:N, S314:J), und ist  $|RV-BV|$  größer als  $\beta_6$  (S315:J), so wird die vorbestimmte Impulszahl in Schritt S317 dem Schrittmotor 26 zugeführt. Ist  $|RV-BV|$  nicht größer als  $\beta_6$  (S315:N), so ist die Subroutine beendet und die Unterbrechungsprozedur wird abgeschlossen.

Ist der Drehwinkel  $\theta$  kleiner als  $\theta$  (S314:N), so wird er auf 0 zurückgesetzt, und die Unterbrechungsprozedur wird beendet.

Bei dem abgeänderten fünften Ausführungsbeispiel werden die zulässigen Bereiche  $\beta_n$  so gesetzt, daß  $\beta_4 = 4$ ,  $\beta_5 = 3$  und  $\beta_6 = 2$ . Wie oben beschrieben, wird der zulässige Bereich entsprechend der Winkelposition der Abschirmung 25 eingestellt.

In Fig. 32 ist als Tabelle der Zusammenhang des Drehwinkels  $\theta$  des Schrittmotors 26 und der Helligkeitsänderung  $\Delta y$  pro Grad der Drehung des Schrittmotors 26 gemäß einer zweiten Abänderung des fünften Ausführungsbeispiels dargestellt. Die Tabellen A, B und C entsprechen den Kurven A, B und C gemäß Fig. 25. Die Kurve A gilt für ein Endoskop für das digestive System, die Kurve B für ein Endoskop für den Esophagus, und die Kurve C für ein Endoskop für das respiratorische System ausschließlich Esophagus (d. h. Bronchien, Nase usw.).

In diesem Ausführungsbeispiel wird der Bereich  $\beta_n$  entsprechend dem Drehwinkel  $\theta$  des Schrittmotors 26 und abhängig von dem Endoskoptyp geändert.

Fig. 33 zeigt die Subroutine für den Motorbetrieb entsprechend der zweiten Abänderung des fünften Aus-

führungsbeispiels, die in Schritt S265 der Unterbrechungsroutine gemäß Fig. 26 aufgerufen wird.

In Schritt S330 wird geprüft, ob ein Endoskop vom Typ A mit dem Videoprozessor 20 verbunden ist. Der Endoskoptyp ist in dem Speicher 9 in beschriebener Weise enthalten.

Handelt es sich um den Endoskoptyp A (S330:J), so wird in Schritt S331 geprüft, ob der Drehwinkel  $\theta$  größer als  $\theta_3$  ist.

Trifft dies zu und ist  $|RV-BV|$  größer als  $\beta_7$  (S331:J, S332:J), so wird die vorbestimmte Impulszahl in Schritt S340 dem Schrittmotor 26 zugeführt, und die Subroutine ist beendet. Ist  $|RV-BV|$  nicht größer als  $\beta_7$  (S332:N), so endet die Subroutine, und die Unterbrechungsprozedur wird abgeschlossen.

Ist der Drehwinkel  $\theta$  nicht größer als  $\theta_3$  und ist  $|RV-BV|$  größer als  $\beta_8$  (S331:N, S333:J), so geht die Steuerung zu Schritt S340, wo die vorbestimmte Impulszahl dem Schrittmotor 26 zugeführt wird. Andernfalls (S334:N) ist die Subroutine beendet und damit die Unterbrechungsprozedur abgeschlossen.

Handelt es sich um ein Endoskop vom Typ B (S330:N, S335:J), so wird in Schritt S336 geprüft, ob der Drehwinkel  $\theta$  größer als  $\theta_4$  ist. Trifft dies zu und ist  $|RV-BV|$  größer als  $\beta_9$  (S337:N), so geht die Steuerung zu Schritt S340, bei dem die vorbestimmte Impulszahl dem Schrittmotor 26 zugeführt wird. Ist  $|RV-BV|$  nicht größer als  $\beta_9$  (S337:N), so endet die Subroutine, und die Unterbrechungsprozedur ist abgeschlossen.

Ist der Drehwinkel  $\theta$  nicht größer als  $\theta_4$  und ist  $|RV-BV|$  größer als  $\beta_{10}$  (S336:N, S338:J), so geht die Steuerung zu Schritt S340, wo die vorbestimmte Impulszahl dem Schrittmotor 26 zugeführt wird. Andernfalls (S338:N) wird die Subroutine beendet, und die Unterbrechungsprozedur ist abgeschlossen.

Handelt es sich um den Endoskoptyp C (S335:N), so wird in Schritt S339 geprüft, ob  $|RV-BV|$  größer als  $\beta_{11}$  ist. Ist dieser Wert größer oder gleich  $\beta_{11}$  (S339:J), so wird die vorbestimmte Impulszahl dem Schrittmotor 26 in Schritt S340 zugeführt und die Subroutine ist beendet. Andernfalls (S339:N) wird die Subroutine sofort beendet, und die Unterbrechungsprozedur ist abgeschlossen.

Bei dem vorstehend beschriebenen abgeänderten fünften Ausführungsbeispiel sind die zulässigen Bereiche  $\beta_n$  so eingestellt, daß  $\beta_7 = 4$ ,  $\beta_8 = 3$  für den Endoskoptyp A,  $\beta_9 = 3$ ,  $\beta_{10} = 2$  für den Endoskoptyp B und  $\beta_{11} = 2$  für den Endoskoptyp C ist. Ferner ist der Schwellenwinkel  $\theta_3 = 23^\circ$  und der Schwellenwinkel  $\theta_4 = 20^\circ$ .

Bei dem vorstehend beschriebenen fünften Ausführungsbeispiel ist die dem Schrittmotor 26 zugeführte Impulszahl konstant, während der zulässige Helligkeitsbereich entsprechend dem eingegebenen Helligkeitswert veränderlich ist. Ein sechstes Ausführungsbeispiel wird beschrieben, bei dem der zulässige Helligkeitsbereich für alle eingegebenen Helligkeitswerte konstant bleibt, die dem Schrittmotor 26 zugeführte Impulszahl jedoch entsprechend den eingegebenen Helligkeitswerten veränderlich ist.

Fig. 34 zeigt eine Tabelle des Zusammenhangs der Helligkeitssignaländerung  $\Delta y$  und des Drehwinkels des Schrittmotors 26 für ein sechstes Ausführungsbeispiel der Erfindung. Wie Fig. 34 zeigt, sind die Helligkeitswerte in drei Gruppen unterteilt, wobei die Helligkeitssignaländerung  $\Delta y$  pro Grad der Drehung der Abschirmung 25 abnimmt, wenn der Helligkeitswert  $y$  zunimmt. Bei dem sechsten Ausführungsbeispiel wird der Schrittmotor 26 bei jeweils einem Antriebsimpuls um  $0,5^\circ$  ge-

dreht.

Fig. 35 zeigt einen vergrößerten Teilabschnitt der Kurve aus Fig. 25. Wie Fig. 35 zeigt, muß die Helligkeitssignaländerung  $\Delta y$  bei Änderung der Drehung des Schrittmotors 26 während einer Unterbrechung (d. h.  $0,5^\circ$ ) kleiner als der zulässige Helligkeitsbereich (d. h.  $2\beta$ ) sein.

Das sechste Ausführungsbeispiel arbeitet mit dem in Fig. 8 gezeigten Hauptprogramm und der in Fig. 26 gezeigten Unterbrechungsroutine.

Fig. 36 zeigt die Subroutine für das sechste Ausführungsbeispiel, die in Schritt S265 der Unterbrechungsroutine in Fig. 26 aufgerufen wird. Bei dem sechsten Ausführungsbeispiel ist der zulässige Helligkeitsbereich  $2\beta$  auf 6 eingestellt.

In Schritt S360 wird geprüft, ob der Helligkeitswert innerhalb des zulässigen Bereichs liegt (d. h.  $|RV-BV| > \beta$ ). Trifft dies zu (S360:N), so wird die Subroutine beendet, und die Unterbrechungsroutine ist abgeschlossen. Andernfalls (S360:J) wird der Schrittmotor 26 in Schritt S362 mit P1 Impulsen betrieben, wenn in Schritt S361 der eingegebene Helligkeitswert IBL gleich 10 festgestellt wird. Die Subroutine wird beendet, in dem sechsten Ausführungsbeispiel ist P1 = 3.

Ist der eingegebene Helligkeitswert IBL ungleich 10 (S361:N), jedoch gemäß Schritt S363 einer der Werte 9, 8 und 7, so wird der Schrittmotor 26 in Schritt S364 mit P2 Impulsen betrieben, und die Subroutine ist beendet. In dem sechsten Ausführungsbeispiel ist P2 = 2. Ist der eingegebene Helligkeitswert in Schritt S365 kleiner oder gleich 6 (S363:N), so wird der Schrittmotor 26 in Schritt S366 mit P3 Impulsen betrieben und die Subroutine ist beendet. In dem sechsten Ausführungsbeispiel ist P3 = 1.

Ist der Helligkeitswert nicht eingestellt oder irrtümlich auf einen Wert außerhalb des Bereichs 1 bis 10 gesetzt, so wird in Schritt S367 der eingegebene Helligkeitswert IBL auf 5 gesetzt, und die Subroutine ist beendet.

Wie vorstehend beschrieben, wird der Schrittmotor 26 bei hohem eingegebenen Helligkeitswert IBL mit einer höheren Impulszahl betrieben als bei niedrigem eingegebenen Helligkeitswert IBL. Daher kann die Steuerung der Drehung der Abschirmung 25 abhängig von dem gewünschten einzugebenden Helligkeitswert IBL optimiert werden.

Fig. 37 zeigt eine Tabelle des Zusammenhangs der Helligkeitssignaländerung  $\Delta y$  und des Drehwinkels  $\theta$  des Schrittmotors 26 für eine Abänderung des sechsten Ausführungsbeispiels. Wie Fig. 37 zeigt, nimmt die Helligkeitssignaländerung  $\Delta y$  pro Grad der Drehung der Abschirmung 25 zu, wenn der Drehwinkel  $\theta$  des Schrittmotors 26 zunimmt. Bei dem abgeänderten sechsten Ausführungsbeispiel wird der Schrittmotor 26 mit jedem Antriebsimpuls um  $0,5^\circ$  gedreht. Ferner ändert sich die dem Schrittmotor 26 zugeführte Impulszahl mit dem Drehwinkel  $\theta$  des Schrittmotors 26.

Fig. 38 zeigt die Subroutine für die Abänderung des sechsten Ausführungsbeispiels, die in Schritt S265 der Unterbrechungsroutine in Fig. 26 aufgerufen wird.

In Schritt S380 wird geprüft, ob der Helligkeitswert innerhalb des zulässigen Bereichs liegt (d. h.  $|RV-BV| > \beta$ ). Trifft dies zu (S380:N), so wird die Subroutine beendet und die Unterbrechungsroutine abgeschlossen. Andernfalls (S380:J) wird, wenn in Schritt S381 der Drehwinkel  $\theta$  größer als  $\theta_1$  ist, der Schrittmotor 26 in Schritt S382 mit P4 Impulsen betrieben und die Subroutine beendet. In diesem Ausführungsbeispiel ist P4 = 1 und

$\theta_1 = 23^\circ$ .

Ist der Drehwinkel  $\theta$  kleiner als  $\theta_1$  (S381:N), jedoch in Schritt S383 größer als  $\theta_2$ , so wird der Schrittmotor 26 in Schritt S384 mit P5 Impulsen betrieben, und die Subroutine ist beendet. In diesem Ausführungsbeispiel ist P5 = 2 und  $\theta_2 = 16^\circ$ .

Ist der Drehwinkel  $\theta$  kleiner als  $\theta_2$  (S383:N), jedoch in Schritt S385 größer als  $0^\circ$ , so wird in Schritt S386 der Schrittmotor 26 mit P6 Impulsen betrieben, und die Subroutine ist beendet. In diesem Ausführungsbeispiel ist P6 = 3.

Ist der Drehwinkel  $\theta$  nicht oder fehlerhaft auf einen Wert außerhalb des Bereichs eingestellt, so wird er in Schritt S387 auf  $0^\circ$  gesetzt und die Routine beendet.

Wie vorstehend beschrieben, wird der Schrittmotor 26 bei kleinem Drehwinkel  $\theta$  mit einer höheren Impulszahl betrieben als bei großem Drehwinkel  $\theta$ . Daher kann die Steuerung der Drehung der Abschirmung 25 abhängig von dem gewünschten Drehwinkel  $\theta$  optimiert werden.

Fig. 39 zeigt eine Tabelle für die Änderung  $\Delta y$  des Helligkeitswertes und den Drehwinkel  $\theta$  des Schrittmotors 26 für jeden Endoskoptyp A, B und C entsprechend einer zweiten Abänderung des sechsten Ausführungsbeispiels. Wie Fig. 39 zeigt, nimmt die Änderung  $\Delta y$  des Helligkeitswertes pro Grad der Drehung der Abschirmung 25 zu, wenn der Drehwinkel  $\theta$  des Schrittmotors 26 zunimmt. Bei diesem abgeänderten Ausführungsbeispiel wird der Schrittmotor 26 mit jeweils einem Impuls um  $0,5^\circ$  gedreht. Ferner ändert sich die dem Schrittmotor 26 zugeführte Impulszahl entsprechend seinem Drehwinkel  $\theta$ .

Fig. 40 zeigt das Flußdiagramm der Subroutine gemäß der zweiten Abänderung des sechsten Ausführungsbeispiels, die in Schritt S265 der Unterbrechungsroutine in Fig. 26 aufgerufen wird.

In Schritt S400 wird geprüft, ob der Helligkeitswert innerhalb des zulässigen Bereichs liegt (d. h.  $|RV-BV| > \beta$ ). Trifft dies zu (S400:N), so wird die Subroutine beendet und die Unterbrechungsroutine abgeschlossen. Andernfalls (S400:J) wird in Schritt S401 geprüft, ob an den Videoprozessor 20 ein Endoskoptyp A angeschlossen ist. Trifft dies zu (S401:J) und ist in Schritt S402 der Drehwinkel  $\theta$  größer als  $\theta_3$ , so wird der Schrittmotor 26 mit P7 Impulsen in Schritt S403 betrieben und die Subroutine beendet. In diesem Ausführungsbeispiel ist P7 = 1 und  $\theta_3 = 23^\circ$ .

Ist der Drehwinkel  $\theta$  kleiner als  $\theta_3$  (S402:N), so wird der Schrittmotor 26 in Schritt S404 mit P8 Impulsen betrieben und die Subroutine beendet. In diesem Ausführungsbeispiel ist P8 = 2.

Ist kein Endoskop vom Typ A an den Videoprozessor 20 angeschlossen (S401:N), so wird in Schritt S405 geprüft, ob ein Endoskoptyp B angeschlossen ist. Trifft dies zu (S405:J) und ist der Drehwinkel  $\theta$  in Schritt S406 größer als  $\theta_4$ , so wird der Schrittmotor 26 in Schritt S407 mit P9 Impulsen betrieben und die Subroutine beendet. In diesem Ausführungsbeispiel ist P9 = 2 und  $\theta_4 = 20^\circ$ .

Ist der Drehwinkel  $\theta$  kleiner als  $\theta_4$  (S406:N), so wird der Schrittmotor 26 in Schritt S408 mit P10 Impulsen betrieben und die Subroutine beendet. In diesem Ausführungsbeispiel ist P10 = 3.

Ist jedoch ein Endoskoptyp C angeschlossen, so wird der Schrittmotor 26 in Schritt S409 mit P11 Impulsen für alle Drehwinkel betrieben. In diesem Ausführungsbeispiel ist P11 = 4.

Wie vorstehend beschrieben, wird die dem Schrittmotor 26 zuzuführende Impulszahl entsprechend dem En-



doskoptyp und dem Drehwinkel der Abschirmung 25 bestimmt.

Bei den vorstehend beschriebenen sechsten Ausführungsbeispielen wird die Abschirmung 25 durch den Schrittmotor 26 zum Ändern der Lichtmenge gedreht. Dann wird der Helligkeitswert BV des empfangenen Helligkeitssignals erfaßt und geprüft, ob die Abschirmung 25 einzustellen ist. Daher ist das Intervall für die Ausführung der Unterbrechung durch die mechanische Konstruktion und Stabilität des Lichtmengensteuermechanismus begrenzt.

Das im folgenden zu beschreibende siebte Ausführungsbeispiel verwendet eine elektronische Regelung des Lichtmengensteuermechanismus. Daher kann das Intervall zwischen den Unterbrechungen verkürzt werden, und somit kann der Lichtmengensteuermechanismus schneller eingestellt werden.

#### Elektronische Steuerung

Fig. 41 und 42 zeigen Flußdiagramme zur Steuerung des Schrittmotors 26 gemäß dem siebten Ausführungsbeispiel. Die Steuerung des Schrittmotors 26 erfolgt in Unterbrechungen mit vorbestimmten Intervallen. Bei dem siebten Ausführungsbeispiel ist das vorbestimmte Intervall 20 ms. Die Zahl der dem Schrittmotor zuzuführenden Impulse ist 1 oder 2.

Bei dem siebten Ausführungsbeispiel werden vier Register q1 bis q4 verwendet. Wie Fig. 43 zeigt, ist das Register q1 ein Achtbit-Schieberegister, bei dem das geringstwertige Bit (d. h. q1L) anzeigt, ob der Helligkeitswert BV des aufgenommenen Bildsignals größer als der Referenzwert RV ist. Trifft dies zu, so wird q1L auf 1 gesetzt. Andernfalls ist der Wert 0 gesetzt.

Bei der nachfolgenden Unterbrechung wird der Wert für q1L auf das nächsthöhere Bit verschoben (d. h. nach links). Der empfangene Helligkeitswert BV und der Referenzwert RV werden dann wie oben beschrieben verglichen, und q1L wird auf den geeigneten Wert gesetzt. So speichert das Register q1L das Vergleichsergebnis des Helligkeitswertes BV und des Referenzwertes RV für acht aufeinanderfolgende Unterbrechungen. Ferner werden die Daten des höchstwertigen Bits der Variablen verloren, wenn das Register nach links verschoben wird.

Das Register q2 ist gleichfalls ein Achtbit-Register, bei dem das geringstwertige Bit q2L anzeigt, ob der Schrittmotor 26 während der laufenden Unterbrechung vorwärts oder rückwärts gedreht wurde. Wurde er vorwärts gedreht, so wird q2L auf 0 gesetzt, andernfalls hat q2L den Wert 1. Wird der Schrittmotor 26 nicht gedreht, so hat q2L den Wert 0.

Bei der nachfolgenden Unterbrechung wird der Wert in q2L zu dem nächsthöheren Bit (d. h. nach links) verschoben. Somit speichert das Register q2L den die Drehrichtung des Schrittmotors 26 angegebenden Wert für acht aufeinanderfolgende Unterbrechungen. Ferner werden die Daten des höchstwertigen Bits der Variablen verloren, wenn das Register nach links verschoben wird.

Das Register q3 enthält eine Einbit-Variable, die angibt, ob die Abschirmung 25 im Schwingzustand ist. Das Register q3 wird auf 0 gesetzt, wenn die Abschirmung 25 normal betrieben wird. Befindet sie sich im Schwingzustand, so wird das Register q3 auf 1 gesetzt.

Das Register q4 zeigt die Drehrichtung des Schrittmotors 26 während der letzten Unterbrechung an. Wurde der Schrittmotor 26 vorwärts gedreht, so wird q4 auf

0 gesetzt. Andernfalls (d. h. für Rückwärtsrichtung) wird q4 auf 1 gesetzt.

Wie in Fig. 41 und 42 gezeigt, wird in Schritt S410 das Helligkeitssignal empfangen. In Schritt S411 werden der Helligkeitswert BV und der Referenzwert RV bestimmt. In Schritt S412 wird dann der Wert des Registers q3 bestimmt, um einen Schwingzustand festzustellen.

Hat q3 den Wert Q, so tritt eine Schwingneigung auf. In diesem Ausführungsbeispiel ist  $Q = 1$ . Bei Schwingen (d. h.  $Q3 = 1$ , S412:J) wird in Schritt S418 geprüft, ob der Absolutwert der Differenz des Referenzwertes RV und des Helligkeitswertes BV größer als ein vorbestimmter Wert PV (z. B. 8) ist. Ist  $|RV - BV| > PV$ , so wird q3 in Schritt S419 auf 0 gesetzt und die Unterbrechung beendet. Andernfalls (S418:N) wird die Unterbrechungsprozedur sofort beendet. Daher wird die Abschirmung 25 während dieser Unterbrechung nicht bewegt. Es ist aber durch Setzen von q3 = 0 möglich, die Abschirmung 25 während der nächsten Unterbrechung zu bewegen, auch wenn eine Schwingneigung auftritt.

Tritt keine Schwingneigung auf (d. h.  $q3 = 0$ , S412:N), so wird in Schritt S413 geprüft, ob der Helligkeitswert BV größer als der Referenzwert RV ist. Trifft dies zu (S413:J), so werden in Schritt S414 q1L und q2L auf 0 gesetzt, und der Befehl zur Vorwärtsdrehung wird dem Schrittmotor 26 in Schritt S415 zugeführt. Ist der Helligkeitswert BV jedoch nicht größer als der Referenzwert RV (S413:N), so werden in Schritt S416 die Register q1L und q2L auf 1 gesetzt, und der Befehl zur Rückwärtsdrehung wird dem Schrittmotor 26 in Schritt S417 zugeführt. Die Befehlssignale für Vorwärts- oder Rückwärtsdrehung sind Signale, die die Drehrichtung des Schrittmotors 26 bestimmen. Dieser wird in den Schritten Schritt S415 oder S417 nicht gedreht, sondern erst wenn er einen Antriebsimpuls erhält.

Dann wird in Schritt S420 jedes Bit der Register q1 und q2 geprüft. Wenn mindestens eines dieser Register seinen Wert zwischen 1 und 0 wechselt, so wird in Schritt S421 festgestellt, daß Schwingneigung auftritt. Ferner ist diese Entscheidung auch durch Prüfen nur eines der Register q1 und q2 möglich.

Wird festgestellt, daß keine Schwingneigung auftritt, geht die Steuerung zu Schritt S423. Andernfalls werden in Schritt S422 alle Bits der Register q1 und q2 auf 0 und das Register q3 auf 1 gesetzt.

In Schritt S423 wird geprüft, ob der Helligkeitswert BV im zulässigen Bereich liegt (d. h.  $|RV - BV| > \beta$ ), wobei RV  $\pm \beta$  der zulässige Helligkeitsbereich ist. Ist  $|RV - BV| > \beta$  (S423:N), so wird in Schritt S428 das Register q2L auf 0 gesetzt, und die Routine ist beendet. Andernfalls (S423:J) wird in Schritt S424 geprüft, ob q2L = 0 ist. Trifft dies zu (S424:J), so wird in Schritt S425 das Register q4 auf 0 gesetzt. Andernfalls (S424:N) wird in Schritt S426 das Register q4 auf 1 gesetzt.

Dann wird in Schritt S427 ein Antriebsimpuls dem Schrittmotor 26 zugeführt und dann die Routine beendet.

Wie oben beschrieben, kann bei dem siebten Ausführungsbeispiel durch Prüfen der Register q1 und/oder q2 eine Schwingneigung festgestellt werden. Da diese Prüfung elektronisch erfolgt, kann die Schwingneigung schnell festgestellt werden.

Ferner werden, wie oben beschrieben, bei Auftreten von Schwingungen keine Impulse dem Schrittmotor 26 zugeführt und dieser nicht normal betrieben. Ist jedoch die Differenz  $|BV - RV|$  größer als der vorbestimmte Wert PV, wird q3 auf 0 gesetzt, und der Schrittmotor 26 kann in der nächsten Unterbrechungsprozedur betrie-

ben werden. Dies verkürzt die zum Drehen der Abschirmung 25 erforderliche Zeit.

Fig. 44 zeigt das Flußdiagramm der Antriebssteuerung des Schrittmotors 26 für eine Abänderung des siebten Ausführungsbeispiels. Diese besteht darin, daß die Prozeßschritte S440 bis S446 vor der in Fig. 41 und 42 dargestellten Unterbrechung durchgeführt werden.

In Schritt S440 wird das Bildsignal von der Bildsignalverarbeitungsschaltung 22 empfangen. Dann werden in Schritt S441 der Helligkeitswert BV des Bildsignals und der Referenzwert RV bestimmt. In Schritt S442 wird geprüft, ob das Register q4 den Wert 0 hat. Trifft dies zu, so wurde der Schrittmotor 26 in Vorwärtsrichtung gedreht, und die Steuerung geht zu Schritt S444, der prüft, ob der Helligkeitswert BV abgenommen hat. Trifft dies zu (S444:J), so geht die Steuerung zu Schritt S446. Andernfalls (S444:N) geht die Steuerung zu Schritt S445, wo geprüft wird, ob die Differenz des Helligkeitswertes BV und des Referenzwertes RV größer als der vorbestimmte Wert PV ist. Trifft dies zu (S445:J), so geht die Steuerung zu Schritt S446. Andernfalls (S445:N) wird die Routine beendet.

Wenn q4 ungleich 0 ist (S442:N), so wird in Schritt S443 geprüft, ob der Helligkeitswert BV zugenommen hat. Trifft dies zu (S443:J), so geht die Steuerung zu Schritt S446. Andernfalls (S443:N) wird in Schritt S445 geprüft, ob die Differenz des Helligkeitswertes BV und des Referenzwertes RV größer als der vorbestimmte Wert PV ist. Trifft dies zu (S445:J), so geht die Steuerung zu Schritt S446. Andernfalls (S445:N) wird die Routine beendet.

Bei Schritt S446 werden die Schritte S412 bis S428 des Flußdiagramms nach Fig. 41 und 42 durchgeführt.

Bei dem geänderten siebten Ausführungsbeispiel wird das Motorantriebssignal der Motorsteuerschaltung 28 zugeführt, wenn der Helligkeitswert BV nach Drehung des Schrittmotors 26 und damit der Abschirmung 25 sich nicht ändert (z. B. als Ergebnis der mechanischen Verzögerung beim Drehen der Abschirmung 25), wenn die Differenz des Helligkeitswertes BV und des Referenzwertes RV größer als der vorbestimmte Wert PV ist. Dies verkürzt dann die zum Drehen der Abschirmung 25 erforderliche Zeit. Ist die Differenz nicht größer als der vorbestimmte Wert PV, so wird das Motorantriebssignal der Motorsteuerschaltung 28 nicht zugeführt.

Bei dem abgeänderten siebten Ausführungsbeispiel wird das Register q4 zum leichten Bestimmen der Drehrichtung des Motors während der vorherigen Unterbrechung verwendet. Dasselbe Ergebnis kann aber auch durch Prüfen von q2L in Schritt S442 erzielt werden.

Fig. 41 und 45 zeigen das Flußdiagramm einer Antriebssteuerung für den Schrittmotor 26 gemäß einem achten Ausführungsbeispiel. Dieses ist ähnlich dem siebten Ausführungsbeispiel, jedoch hat das Intervall zwischen den Unterbrechungen 50 ms. Als Register q3 wird ein Zweibit-Register verwendet. Wird die Abschirmung 25 normal bewegt, so hat q3 den Wert 0. Tritt eine Schwingneigung auf und ist die Zahl der Motorantriebsimpulse groß (d. h. 5 bis 10), so wird q3 auf 1 gesetzt. Tritt eine Schwingneigung auf und ist die Zahl der Motorantriebsimpulse klein (d. h. 1 oder 2), so wird q3 auf 2 gesetzt.

Bei dem achten Ausführungsbeispiel ist daher Q gleich 2, und in Schritt S412 wird geprüft, ob q3 gleich 2 ist. Ferner ist das Intervall zwischen aufeinanderfolgenden Unterbrechungen 50 ms. Ferner kann die dem Schrittmotor 26 zugeführte Impulszahl klein oder groß

sein.

Wenn bei dem achten Ausführungsbeispiel die Register q1 und q2 in Schritt S420 geprüft werden und eines dieser Register zwischen 1 und 0 wechselt, so wird in Schritt S451 geprüft, ob eine Schwingneigung auftritt. Ist dies der Fall (S451:J), so werden q1 und q2 in Schritt S452 auf 0 gesetzt. In Schritt S453 wird geprüft, ob q3 auf 0 gesetzt ist. Trifft dies zu (S453:J), so wird q3 in Schritt S454 auf 1 gesetzt. Andernfalls (S453:N) wird q3 in Schritt S455 auf 2 gesetzt, und die Steuerung geht zu Schritt S456. Tritt keine Schwingneigung auf (S451:N), so geht die Steuerung direkt zu Schritt S456.

In Schritt S456 wird geprüft, ob  $|RV - BV| > \beta$  ist, wobei  $RV \pm \beta$  der zulässige Helligkeitsbereich ist. Liegt die Differenz in dem zulässigen Bereich (S456:N), so wird q2L in Schritt S460 auf 0 gesetzt und die Routine beendet. Liegt die Differenz nicht in dem zulässigen Helligkeitsbereich (S456:J), so wird in Schritt S457 geprüft, ob q2L gleich 0 ist. Trifft dies zu (S457:J), so wird q4 in Schritt S458 auf 0 gesetzt. Andernfalls (S457:N) wird q4 in Schritt S459 auf 1 gesetzt.

In Schritt S461 wird geprüft, ob q3 den Wert 0 hat. Trifft dies zu (S461:J), so werden fünf oder mehr Antriebsimpulse dem Schrittmotor 26 in Schritt S463 zugeführt und die Routine beendet. Andernfalls (S461:N) wird nur einer der beiden Antriebsimpulse dem Schrittmotor 26 in Schritt S462 zugeführt und die Routine beendet.

Wie vorstehend beschrieben, wird, falls die Zahl der Antriebsimpulse für den Schrittmotor 26 groß ist und eine Schwingneigung auftritt, in der nächsten Unterbrechungsprozedur die Zahl der Antriebsimpulse verringert und der Schrittmotor 26 weiter betrieben. Ist jedoch die Zahl der dem Schrittmotor 26 zugeführten Antriebsimpulse klein und tritt noch eine Schwingneigung auf, so werden keine Antriebsimpulse abgegeben.

Mit dieser Steuerung wird der Schrittmotor 26 also mit einer großen Impulszahl betrieben, um die Abschirmung 25 schnell zu drehen. Wenn dann eine Schwingneigung auftritt, wird die Zahl der Antriebsimpulse verringert und der Motor weiter betrieben. Daher kann die Abschirmung 25 schnell und mit hoher Genauigkeit gedreht werden.

Fig. 46A und 46B zeigen das Flußdiagramm der Antriebssteuerung für den Schrittmotor 26 gemäß einer Änderung des achten Ausführungsbeispiels. Dies ist dann ähnlich dem abgeänderten siebten Ausführungsbeispiel, das in Fig. 44 dargestellt ist.

Wie in Fig. 46A gezeigt, werden dieselben Schritte S440 bis S445 ausgeführt. Nach Schritt S443 geht die Steuerung jedoch zu Schritt S447, wenn der Wert BV zugenommen hat (S443:J). In Schritt S447 werden die Schritte S412 bis S420 und S451 bis S462 gemäß Fig. 41 und 45 ausgeführt. Ähnlich geht die Steuerung nach Schritt S444 zu Schritt S447, wenn der Wert BV abnimmt. Nach dem Schritt S447 wird die Unterbrechungsprozedur beendet. Ferner wird Schritt S447 ausgeführt, wenn in Schritt S445  $|RV - BV| > PV$  ist. Andernfalls (S445:N) geht die Steuerung zu Schritt S448, wo die Schritte S412 bis S420 ausgeführt werden. Dann werden die Schritte S451 bis S462 gemäß Fig. 46B ausgeführt. Diese Schritte sind ähnlich den Schritten in Fig. 45. Bei dem geänderten achten Ausführungsbeispiel wird jedoch Schritt S462 ausgeführt, nachdem in Schritt S458 q4 auf 0 oder in Schritt S459 q4 auf 1 gesetzt wurde.

Daher wird eine relativ große Impulszahl der Blendensteuerschaltung 28 zugeführt, wenn sich der Hellig-



keitswert BV nach Drehen der Abschirmung 25 mit dem Schrittmotor 26 nicht ändert (z. B. durch mechanische Verzögerung beim Drehen der Abschirmung 25), wenn  $|RV-BV|$  größer als PV ist. Ist diese Differenz jedoch nicht größer als PV, sondern größer als  $\beta$ , so wird der Blendensteuerschaltung 28 eine relativ kleine Zahl von Antriebsimpulsen zugeführt. In diesem Fall hat der Wert  $q3$  keine Wirkung auf die Zahl der dem Schrittmotor 26 zugeführten Antriebsimpulse.

Bei den achten Ausführungsbeispielen wird eine einzige Abschirmung 25 zum Ändern der Lichtmenge verwendet. In dem folgenden neunten Ausführungsbeispiel werden zwei Abschirmungen verwendet.

#### Ausführungsform mit zwei Abschirmungen

Fig. 47 zeigt schematisch den Aufbau des Endoskops für das neunte Ausführungsbeispiel der Erfindung. Dieses ist ähnlich der Konstruktion des ersten in Fig. 1 gezeigten Ausführungsbeispiels, so daß mit diesem gemeinsame Elemente übereinstimmende Bezugsziffern haben.

Wie Fig. 47 zeigt, hat der Videoprozessor 120 eine Abschirmung 25, die mit dem Schrittmotor 26 auf einer vertikalen Achse ähnlich wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel gedreht wird. Der Videoprozessor 120 hat ferner eine Abschirmung 125, die mit einem Schrittmotor 126 auf einer horizontalen Achse gedreht wird. Die Abschirmung 25 ist zwischen der Lampe 22 und der Abschirmung 125 angeordnet. Die Motorsteuerschaltung 28 steuert den Betrieb des Schrittmotors 26 und des Schrittmotors 126. Eine Information über den Betrieb des Endoskops 1 wird auf dem Schalterfeld 201 eingegeben.

Fig. 48 zeigt perspektivisch die Abschirmungen 25 und 125. Sie sind U-förmig und werden um die vertikale und die horizontale Achse mit den Schrittmotoren 26 und 126 gedreht. Ferner haben sie übereinstimmende Größe.

Die Abschirmung 25 ändert den Querschnitt des Lichtweges L in horizontaler Richtung, während die Abschirmung 125 den Querschnitt des Lichtweges L in vertikaler Richtung ändert. Somit kann die in den Lichtleiter 4 eintretende Lichtmenge schnell und genau geändert werden.

Der Helligkeitswert kann auf dem Schalterfeld 201 zwischen den Werten 1 und 10 gewählt werden. Der gewählte Helligkeitswert wird mit einem Mikroprozessor 130 gelesen, der bestimmt, welche Abschirmung 25, 125 zu drehen ist. Ferner werden Richtung und Drehbetrag der gewählten Abschirmung ebenfalls mit dem Mikroprozessor 130 bestimmt.

Fig. 49 zeigt das Blockbild der Steuerung 130. Der Mikroprozessor 130 enthält eine Betriebssteuerschaltung 131, eine Richtungssteuerschaltung 132 und eine Motorauswahlschaltung 133. Die Betriebssteuerschaltung 131 empfängt einen Helligkeitswert von dem Schalterfeld 201. Ferner wird das integrierte Ausgangssignal des CCD-Elements 3 aus der Integrationsschaltung 109 der Betriebssteuerschaltung 131 zugeführt. Die Betriebssteuerschaltung 131 vergleicht die Helligkeit des CCD-Signals mit einem Helligkeitsreferenzwert entsprechend dem auf dem Schalterfeld 201 eingegebenen Helligkeitswert.

Aus dem Vergleich der beiden Signale steuert die Betriebssteuerschaltung 131 die Richtungssteuerschaltung 132 zur Ausgabe eines Vorwärts- und Rückwärtssignals an die Motorsteuerschaltung 28. Ferner steuert

die Betriebssteuerschaltung 131 die Motorauswahlschaltung 133 zur Ausgabe eines Motorwählsignals an die Motorsteuerschaltung 28. Diese steuert den Betrieb der Motore 26 und 126 entsprechend den von der Richtungssteuerschaltung 132 und der Motorauswahlschaltung 133 empfangenen Signalen.

Die Betriebssteuerschaltung 131, die Richtungssteuerschaltung 132 und die Motorauswahlschaltung 133 können als diskrete Schaltungseinheiten eingesetzt werden. Alternativ können ihre Funktionen in Software unter Verwendung einer CPU, eines RAM und eines ROM usw. implementiert werden.

Fig. 50 zeigt das Flußdiagramm der Antriebssteuerprozedur der Schrittmotore 26 und 126 für ein neuntes Ausführungsbeispiel. Hierbei wird die Unterbrechungsprozedur nach jeweils 50 ms ausgeführt.

Bei Schritt S500 wird das Helligkeitssignal von dem CCD-Element 3 empfangen. In Schritt S501 werden der Helligkeitswert BV und der Referenzwert RV bestimmt. In Schritt S502 wird geprüft, ob die Differenz des empfangenen Helligkeitswertes BV und des Referenzwertes RV größer als der zulässige Bereich  $\beta$  ist. Trifft dies nicht zu (S502:N), so wird die Routine beendet. Andernfalls (S502:J) geht die Steuerung zu Schritt S503, wo geprüft wird, ob  $|RV-BV|$  größer als ein weiterer zulässiger Bereich  $\beta_1 > \beta$  ist. Trifft dies zu (S503:J), so wählt die Motorauswahlschaltung 133 beide Schrittmotore 26, 126 in Schritt S504. Andernfalls (S503:N) wählt die Motorauswahlschaltung 133 nur den Schrittmotor 126 in Schritt S505.

Nachdem der einzuschaltende Motor gewählt ist, wird in Schritt S507 geprüft, ob der Helligkeitswert BV größer als der Referenzwert RV ist. Trifft dies zu (S507:J), so wird der Vorwärtsdrehimpuls dem Schrittmotor 26 bzw. 126 in Schritt S508 zugeführt. Andernfalls (S507:N) wird der Rückwärtsdrehimpuls dem Schrittmotor 26 bzw. 126 in Schritt S509 zugeführt. Dann wird eine vorbestimmte Impulszahl dem bzw. den Schrittmotoren in Schritt S510 zugeführt und die Routine beendet.

Wenn, wie vorstehend beschrieben, die Differenz des Helligkeitswertes und des Referenzwertes größer als der zulässige Bereich  $\beta$  ist, werden beide Schrittmotore 26, 126 zum Einstellen der Lichtmenge eingeschaltet. Daher kann diese schnell und genau eingestellt werden. Ferner wird durch Verwendung zweier Abschirmungen 25, 125 die Lichtmenge schnell eingestellt, während gleichzeitig die Zahl der den Schrittmotoren 26, 126 zugeführten Impulse klein gehalten werden kann. Dadurch kann die Schwingneigung vermieden werden.

Fig. 51 zeigt eine Abänderung des neunten Ausführungsbeispiels. Hierbei ist die Abschirmung 25a so aufgebaut, daß die Seite B länger als die Seite A der Abschirmung 125 ist. Mit dieser Konstruktion ist die Änderung der Lichtmenge größer als bei Drehen der Abschirmung 125.

Fig. 52 zeigt das Flußdiagramm der Antriebssteuerung für die Schrittmotore 26 und 126 gemäß dem abgeänderten neunten Ausführungsbeispiel. Dies ist ähnlich dem in Fig. 50 gezeigten Flußdiagramm, bei dem die Schritte S500 bis S510 ausgeführt werden. Bei Schritt S503 wird jedoch bei  $|RV-BV| > \beta_1$  der Schritt S506 anstelle des Schrittes S504 ausgeführt. In Schritt S506 wird nur der Motor 26 gewählt.

Wie oben beschrieben, wird der Schrittmotor 26 zum Einstellen der Lichtmenge eingeschaltet, wenn die Differenz des Helligkeitswertes und des Referenzwertes größer als der zulässige Bereich  $\beta_1$  ist. Daher kann die Lichtmenge schnell und genau eingestellt werden, da die

Drehung der Abschirmung 25a einen größeren Effekt auf die Änderung der Lichtmenge als die Drehung der Abschirmung 125 hat. Durch Verwendung zweier Abschirmungen 25a und 125, die jeweils einen unterschiedlichen Effekt auf die Lichtmenge ausüben, kann diese schnell eingestellt werden, während gleichzeitig gewährleistet ist, daß die den Schrittmotoren 26, 126 zugeführte Impulszahl klein ist. Somit wird das Problem der Schwingneigung vermieden.

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Steuern der von der Belichtungseinrichtung eines Endoskops abgegebenen Lichtmenge beim Betrachten eines Objektbildes, mit einer Abschirmung für das Licht einer Lichtquelle, einem Schrittmotor zum Antrieb der Abschirmung in mehreren vorbestimmten Intervallen, einer Vorrichtung zum Erfassen der Bildhelligkeit in jedem Intervall, einer Vorrichtung zum Erzeugen von Impulsen in jedem Intervall, deren Zahl zum Steuern des Antriebsbetrages für die Abschirmung in jedem Intervall dient, und einer Vorrichtung zum Bestimmen der Impulszahl entsprechend der Differenz der erfaßten Bildhelligkeit und einer gewünschten Bildhelligkeit in jedem Intervall.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung zum Erzeugen von Impulsen eine variable Impulszahl erzeugt.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung zum Bestimmen der Impulszahl eine erste Speichertabelle für Impulszahlen entsprechend mehreren Helligkeitsbereichen enthält, die jeweils mehrere Differenzen der erfaßten Bildhelligkeit und der gewünschten Bildhelligkeit enthalten.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß für jeden Helligkeitsbereich eine individuelle Impulszahl gespeichert ist.
5. Vorrichtung nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß eine zweite Speichertabelle für Impulszahlen vorgesehen ist, die den Helligkeitsbereichen entsprechen und zu den Impulszahlen der ersten Speichertabelle unterschiedlich sind.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß ferner ein Wähler für eine der beiden Speichertabellen vorgesehen ist.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß bei einem Endoskop mit gespeichertem Endoskoptyp der Wähler eine der Speichertabellen abhängig von dem Endoskoptyp wählt.
8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch Mittel zur Eingabe der gewünschten Bildhelligkeit.
9. Vorrichtung zum Steuern der von der Belichtungseinrichtung eines Endoskops abgegebenen Lichtmenge beim Betrachten eines Objektbildes, mit einer Abschirmung für das Licht einer Lichtquelle, einem Schrittmotor zum Antrieb der Abschirmung, mit einem vorbestimmten Antriebsbetrag in mehreren Intervallen, und einer Vorrichtung zum Einstellen eines von mehreren Zeitwerten für die Intervalle.
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß bei einem Endoskop mit gespeichertem Endoskoptyp die Einstellmittel das Intervall entsprechend dem gespeicherten Endoskoptyp einstellen.

11. Vorrichtung nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Einstellvorrichtung ein manuell betätigbarer Schalter ist, mit dem die Länge des Intervalls abhängig von der Schalterstellung eingestellt wird.

12. Vorrichtung zum Steuern der von der Belichtungseinrichtung eines Endoskops abgegebenen Lichtmenge beim Betrachten eines Objektbildes, mit einer Abschirmung für das Licht einer Lichtquelle, einem Schrittmotor zum Antrieb der Abschirmung in mehreren vorbestimmten Intervallen, einer Vorrichtung zum Erfassen der Bildhelligkeit in jedem Intervall, einer Vorrichtung zum Erzeugen einer vorbestimmten Zahl von Impulsen in jedem Intervall, die dem Schrittmotor in jedem Intervall zugeführt werden, einer Vorrichtung zum Bestimmen der Winkelstellung der Abschirmung, und einer Vorrichtung zum Verändern der Erregungsphase des Schrittmotors abhängig von der bestimmten Winkelstellung.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Schrittmotor mit 2-Phasen-Erregung betrieben wird, wenn die bestimmte Winkelstellung kleiner oder gleich einem vorbestimmten Wert ist, und daß der Motor mit 1-2-Phasen-Erregung betrieben wird, wenn die bestimmte Winkelstellung größer als der vorbestimmte Wert ist.

14. Vorrichtung nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung zum Bestimmen der Winkelstellung einen Zähler für die kumulative, dem Motor zugeführte Impulszahl enthält, und daß der Motor mit 2-Phasen-Erregung betrieben wird, wenn die kumulative Impulszahl kleiner oder gleich einem vorbestimmten Wert ist, und daß der Motor mit 1-2-Phasen-Erregung betrieben wird, wenn die kumulative Impulszahl größer als der vorbestimmte Wert ist.

15. Vorrichtung nach Anspruch 12, 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung zur Phasenänderung auch abhängig von der erfaßten Bildhelligkeit arbeitet.

16. Vorrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Schrittmotor mit 2-Phasen-Erregung betrieben wird, wenn die erfaßte Bildhelligkeit kleiner oder gleich einem vorbestimmten Wert ist, und daß der Motor mit 1-2-Phasen-Erregung betrieben wird, wenn die erfaßte Bildhelligkeit größer als der vorbestimmte Wert ist.

17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 16, gekennzeichnet durch eine Vorrichtung zum Bestimmen des Endoskoptyps, wobei die Vorrichtung zur Phasenänderung abhängig von dem bestimmten Endoskoptyp arbeitet.

18. Vorrichtung zum Steuern der von der Belichtungseinrichtung eines Endoskops abgegebenen Lichtmenge beim Betrachten eines Objektbildes mit einer Abschirmung für das Licht einer Lichtquelle, einem Schrittmotor zum Antrieb der Abschirmung in mehreren vorbestimmten Intervallen, einer Vorrichtung zum Erfassen der Bildhelligkeit in jedem Intervall, einer Vorrichtung zur Eingabe mehrerer gewünschter Bildhelligkeitswerte, einer Vorrichtung zum Erzeugen einer vorbestimmten Impulszahl für den Schrittmotor in jedem Intervall, einer Vorrichtung zum Einstellen eines von mehreren zulässigen Helligkeitsbereichen entsprechend der eingegebenen Bildhelligkeit, und einer Vorrichtung zum Bestimmen, ob die erfaßte Bildhelligkeit

in dem eingestellten zulässigen Helligkeitsbereich liegt.

19. Vorrichtung nach Anspruch 18, gekennzeichnet durch eine Steuerung für den Schrittmotor abhängig von einer außerhalb des eingestellten zulässigen Helligkeitsbereichs erfaßten Bildhelligkeit.

20. Vorrichtung nach Anspruch 18 oder 19, gekennzeichnet durch eine Vorrichtung zum Bestimmen der Winkelstellung der Abschirmung, die die Einstellvorrichtung für den zulässigen Helligkeitsbereich steuert.

21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 18 bis 20, gekennzeichnet durch eine Vorrichtung zum Bestimmen des Endoskoptyps, die die Einstellvorrichtung für den zulässigen Helligkeitsbereich steuert.

22. Vorrichtung zum Steuern der von der Belichtungseinrichtung eines Endoskops abgegebenen Lichtmenge beim Betrachten eines Objektbildes, mit einer Abschirmung für das Licht einer Lichtquelle, einem Schrittmotor zum Antrieb der Abschirmung in mehreren vorbestimmten Intervallen, einer Vorrichtung zum Erfassen der Bildhelligkeit in jedem Intervall, einer Vorrichtung zum Eingeben einer gewünschten Bildhelligkeit, einer Vorrichtung zum Erzeugen von Impulsen in jedem Intervall, deren Zahl den Antriebsbetrag in jedem Intervall steuert, und einer Vorrichtung zum Bestimmen der jeweils erzeugten Impulszahl entsprechend der eingegebenen gewünschten Bildhelligkeit.

23. Vorrichtung nach Anspruch 22, gekennzeichnet durch eine Vorrichtung zum Steuern des Schrittmotors für die Abschirmung abhängig von einer außerhalb des zulässigen Helligkeitsbereichs erfaßten Bildhelligkeit.

24. Vorrichtung nach Anspruch 22 oder 23, gekennzeichnet durch eine Vorrichtung zum Bestimmen der Winkelstellung der Abschirmung, wobei die jeweils erzeugte Impulszahl entsprechend der erfaßten Winkelstellung bestimmt wird.

25. Vorrichtung nach Anspruch 24, gekennzeichnet durch eine Vorrichtung zum Bestimmen des Endoskoptyps, wobei die jeweils erzeugte Impulszahl durch den Endoskoptyp bestimmt wird.

26. Vorrichtung zum Steuern der von der Belichtungseinrichtung eines Endoskops abgegebenen Lichtmenge beim Betrachten eines Objektbildes, mit einer Abschirmung für das Licht einer Lichtquelle, einem Schrittmotor zum Antrieb der Abschirmung in mehreren vorbestimmten Intervallen, einer Vorrichtung zum Erfassen der Bildhelligkeit in jedem Intervall, einer Vorrichtung zum Erfassen einer Schwingneigung des Schrittmotors, einer Vorrichtung zum Erzeugen von Impulsen in jedem Intervall, deren Zahl den Antriebsbetrag des Schrittmotors in jedem Intervall bestimmt, und eine Vorrichtung zum Verringern der Impulszahl in jedem Intervall abhängig von dem Erfassen einer Schwingneigung.

27. Vorrichtung nach Anspruch 26, gekennzeichnet durch eine Vorrichtung zum Bestimmen, ob die Bildhelligkeit größer als eine gewünschte Bildhelligkeit ist und dann einen ersten Wert ausgibt, während sie einen zweiten Wert ausgibt, wenn die erfaßte Bildhelligkeit nicht größer als die gewünschte Bildhelligkeit ist, und durch einen Speicher zum sequentiellen Speichern des ausgegebenen ersten und zweiten Wertes entsprechend mehreren nach-

einander erfaßten Bildhelligkeiten in mehreren Intervallen, wobei der Speicher überwacht wird und eine Schwingneigung erfaßt wird, wenn er ein sequentiell gespeichertes wechselndes Muster des ersten und des zweiten Wertes enthält.

28. Vorrichtung nach Anspruch 26, gekennzeichnet durch einen Speicher zum sequentiellen Speichern von Daten für Vorwärts- oder Rückwärtsbetrieb des Antriebs in mehreren Intervallen, wobei der Speicher geprüft wird und eine Schwingneigung erfaßt wird, wenn die gespeicherten Daten einen wechselnden Vorwärts- und Rückwärtsbetrieb des Antriebs anzeigen.

29. Vorrichtung nach Anspruch 26, 27 oder 28, dadurch gekennzeichnet, daß bei unverändertem erfaßten Helligkeitswert nach Antrieb der Abschirmung dem Antrieb eine erste vorbestimmte Zahl von Impulsen zugeführt wird, wenn die Differenz der erfaßten Bildhelligkeit und der gewünschten eingegebenen Bildhelligkeit über einem vorbestimmten Wert liegt, und daß dem Antrieb eine zweite vorbestimmte Zahl von Impulsen zugeführt wird, wenn die Differenz der erfaßten Bildhelligkeit und der gewünschten eingegebenen Bildhelligkeit nicht über dem vorbestimmten Wert liegt, wobei die zweite vorbestimmte Impulszahl kleiner als die erste ist.

30. Vorrichtung nach Anspruch 29, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite vorbestimmte Wert 0 ist.

31. Vorrichtung nach Anspruch 29, dadurch gekennzeichnet, daß die erste vorbestimmte Zahl von Impulsen übermittelt wird, wenn eine Schwingneigung erfaßt wird und die Differenz der erfaßten Bildhelligkeit über dem vorbestimmten Wert und über dem zulässigen Helligkeitsbereich liegt, und daß die zweite vorbestimmte Zahl von Impulsen übermittelt wird, wenn keine Schwingneigung erfaßt wird.

32. Vorrichtung zum Steuern der von der Belichtungseinrichtung eines Endoskops abgegebenen Lichtmenge beim Betrachten eines Objektbildes, mit mehreren Abschirmungen für das Licht einer Lichtquelle, mehreren Schrittmotoren zum Antrieb der Abschirmungen in mehreren vorbestimmten Intervallen, einer Vorrichtung zum Erfassen der Bildhelligkeit in jedem Intervall, einer Vorrichtung zum Erzeugen einer vorbestimmten Zahl von Impulsen in jedem Intervall zum Steuern des Bewegungsbetrages der Schrittmotore in jedem Intervall, und einer Vorrichtung zum Bestimmen, welche Abschirmung mit den Schrittmotoren zu bewegen ist entsprechend der Differenz der erfaßten Bildhelligkeit und einer gewünschten Bildhelligkeit.

33. Vorrichtung nach Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, daß alle Abschirmungen übereinstimmende Form haben, daß die Vorrichtung zum Bestimmen einer zu bewegenden Abschirmung wirksam ist, wenn die Differenz der erfaßten Bildhelligkeit und der gewünschten Bildhelligkeit unter einem vorbestimmten Wert liegt, und daß die Vorrichtung zum Bestimmen der Bewegung zweier Abschirmungen wirksam ist, wenn die Differenz der erfaßten Bildhelligkeit und der gewünschten Bildhelligkeit nicht unter dem vorbestimmten Wert liegt.

34. Vorrichtung nach Anspruch 33, dadurch gekennzeichnet, daß jede Abschirmung eine eigene

Drehachse hat.

35. Vorrichtung nach Anspruch 34, dadurch gekennzeichnet, daß die Drehachsen senkrecht zueinander liegen.

36. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 32 bis 35, dadurch gekennzeichnet, daß eine erste und eine zweite Abschirmung vorgesehen sind, und daß eine Änderung der erfaßten Bildhelligkeit pro Dreheinheit der ersten Abschirmung größer ist als eine Änderung der erfaßten Bildhelligkeit pro Dreheinheit der zweiten Abschirmung.

37. Vorrichtung nach Anspruch 36, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung zum Bestimmen einer Bewegung der ersten Abschirmung wirksam wird, wenn die Differenz der erfaßten Bildhelligkeit und der gewünschten Bildhelligkeit über einem vorbestimmten Wert liegt, und daß die Vorrichtung zum Bestimmen einer Bewegung der zweiten Abschirmung wirksam wird, wenn die Differenz der erfaßten Bildhelligkeit und der gewünschten Bildhelligkeit nicht über dem vorbestimmten Wert liegt.

Hierzu 42 Seite(n) Zeichnungen

25

30

35

40

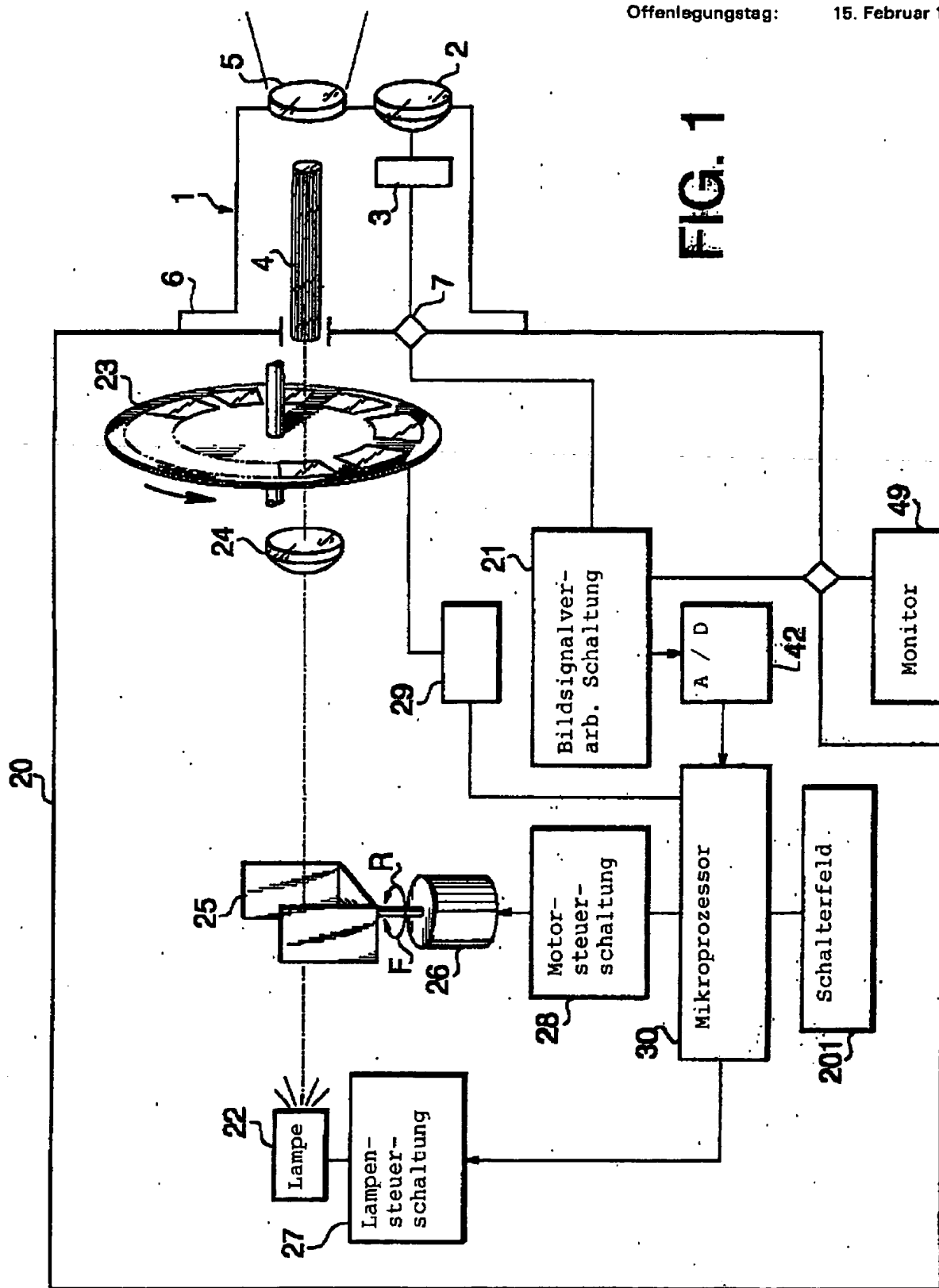
45

50

55

60

65



15

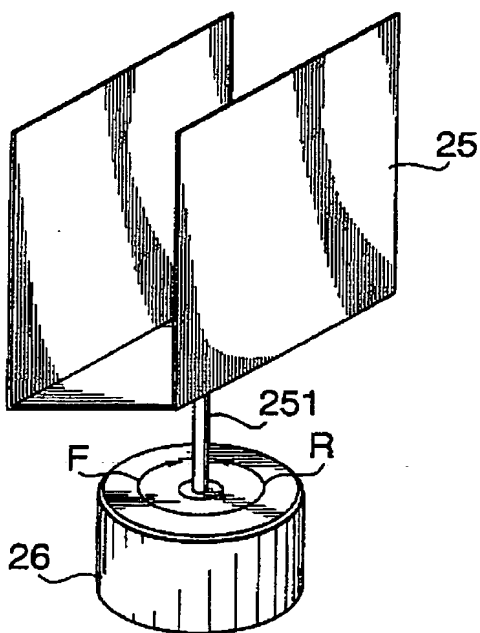


FIG. 2

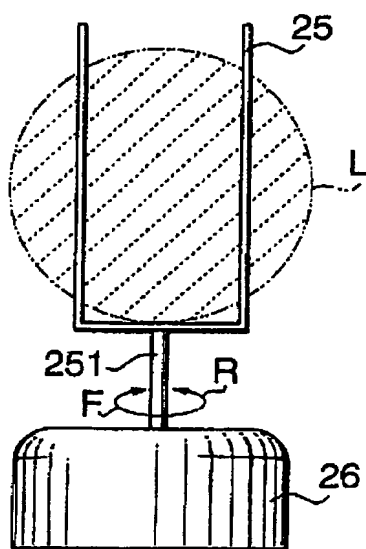


FIG. 3

FIG. 4

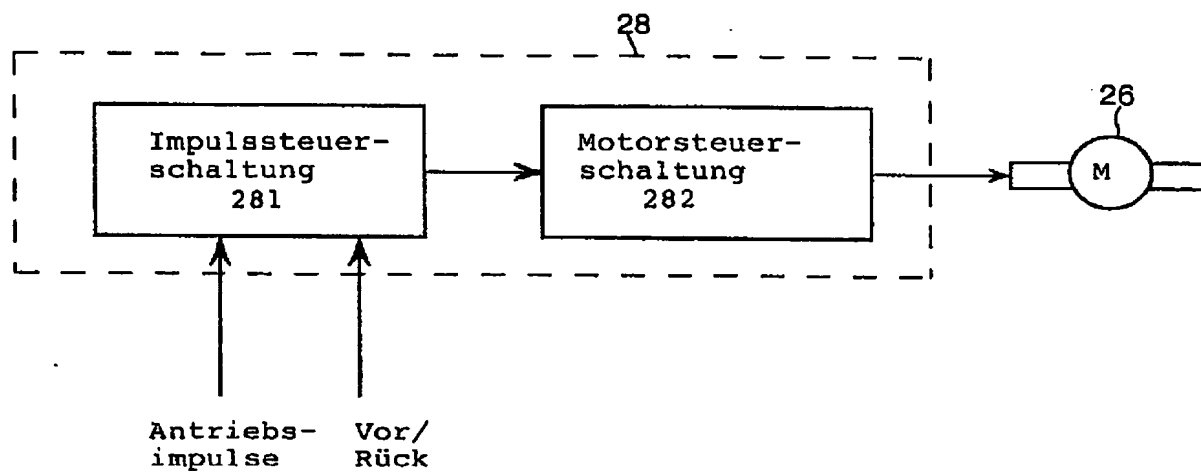


FIG. 5

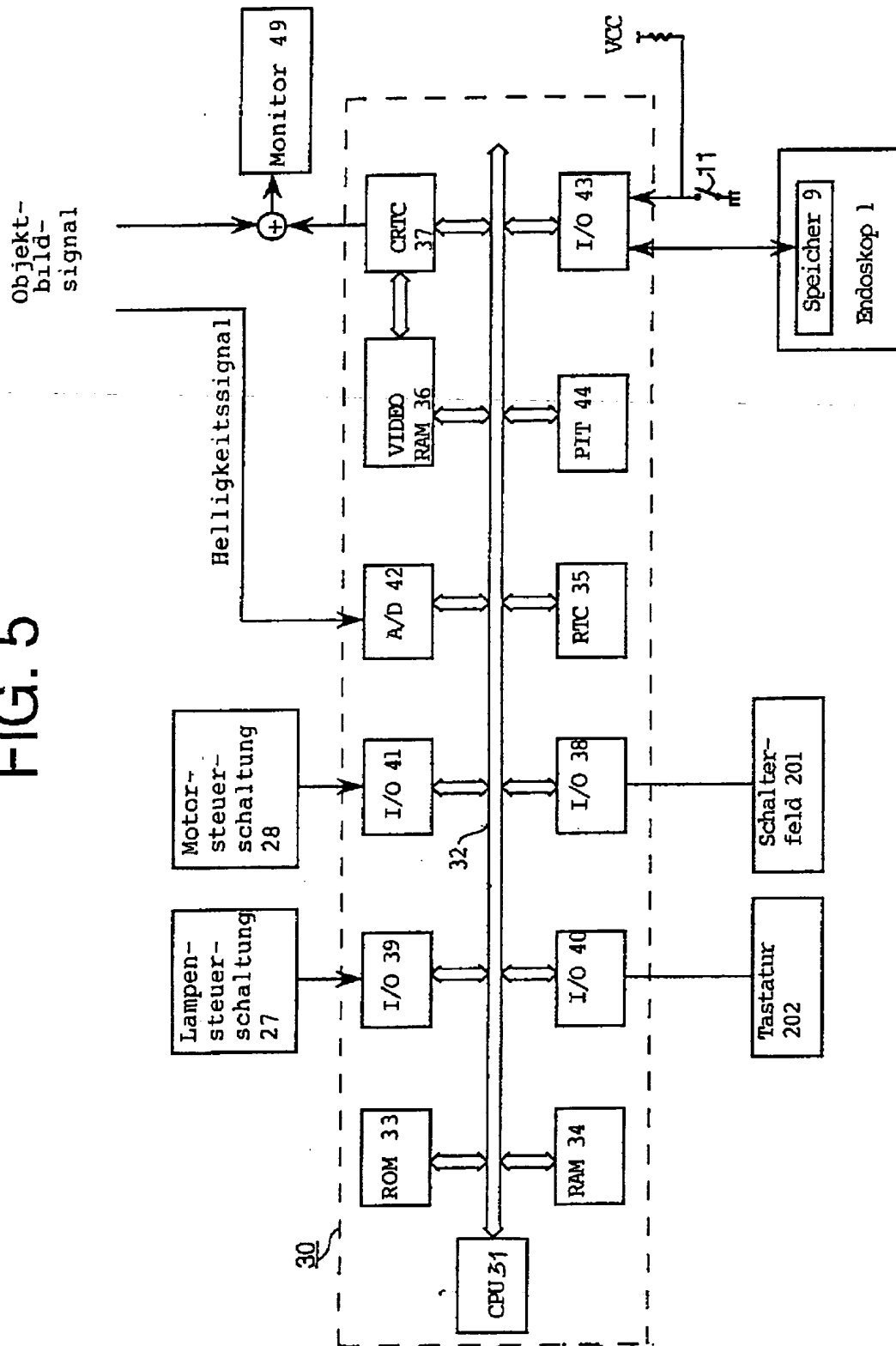




FIG. 6

Eing.Helligkeitswert IBL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Referenzwert RV	16	24	32	40	51	64	81	102	128	161

FIG. 7

RH - BV	Impulszahl	
	Tabelle 1	Tabelle 2
01H - 07H	1H	1H
08 - 0F	2	2
10 - 1F	4	3
20 - 3F	8	4
40 - 5F	10	6
60 - 8F	20	A
90 - BF	38	10
C0 - FF	50	18

FIG. 21

Drehwinkel	0° ~ 15° ~ 30°
Zählwert c	0 ~ 60 ~ 120
Apertur	Groß Mittel Klein

## FIG. 8

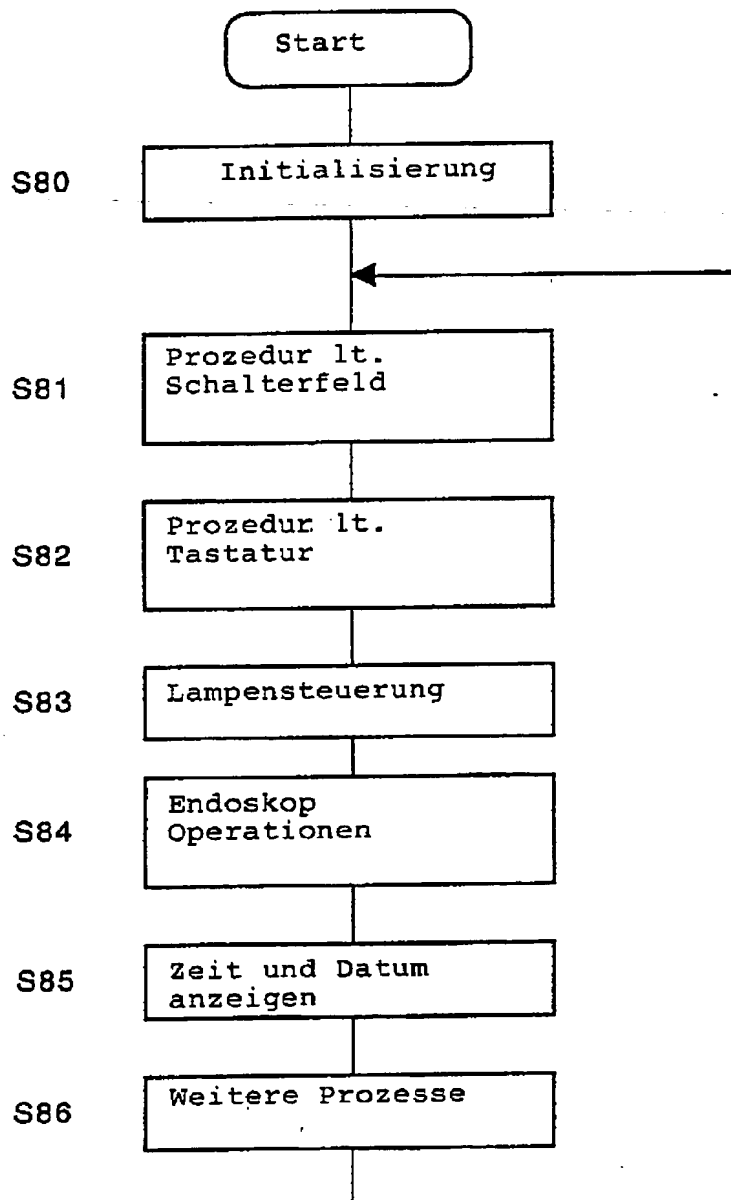


FIG. 9

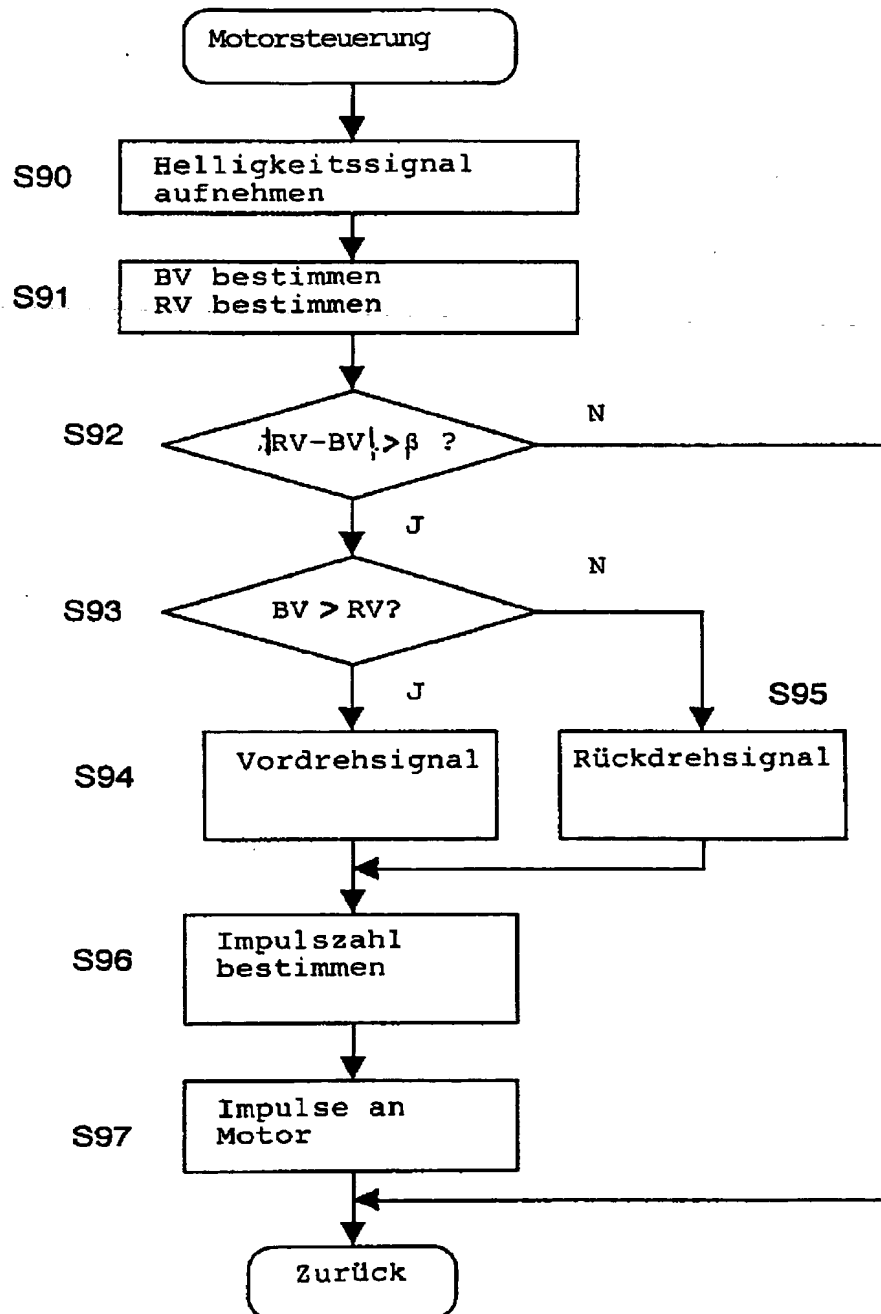


FIG. 10A

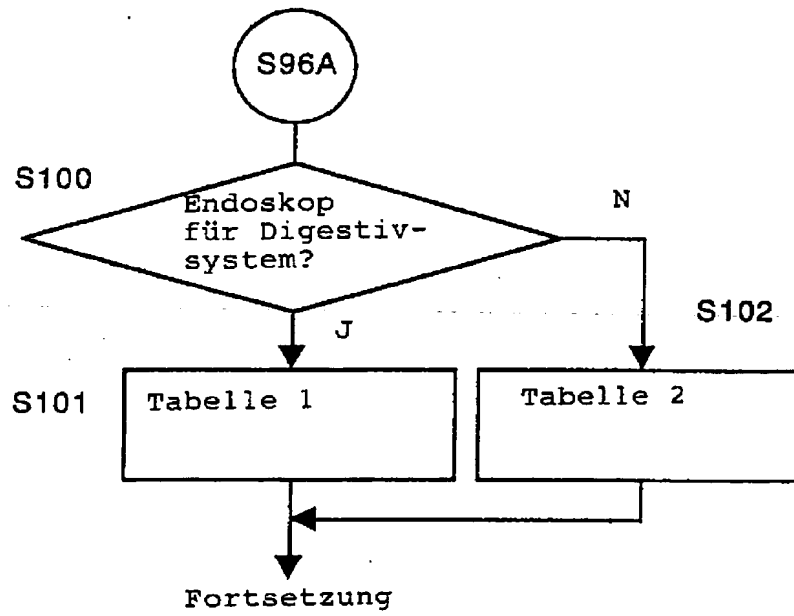
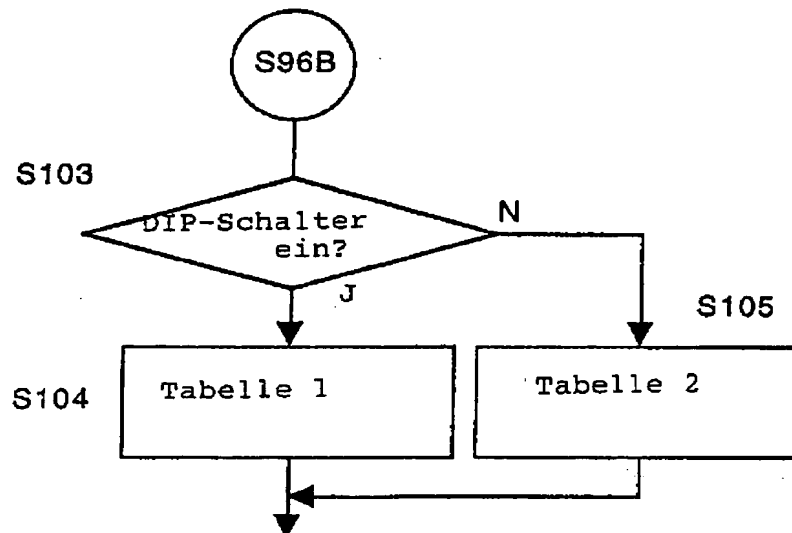
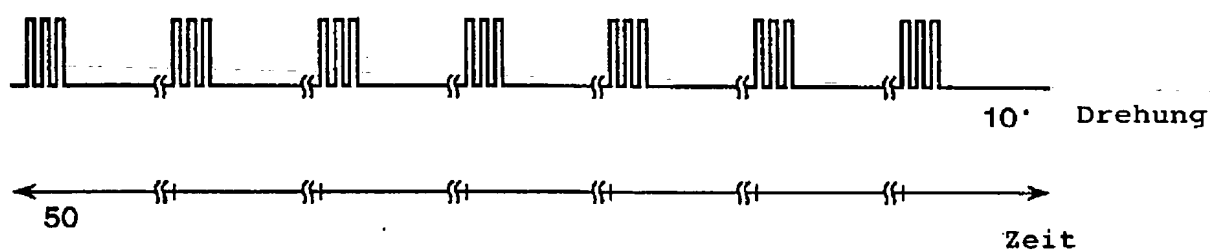


FIG. 10B

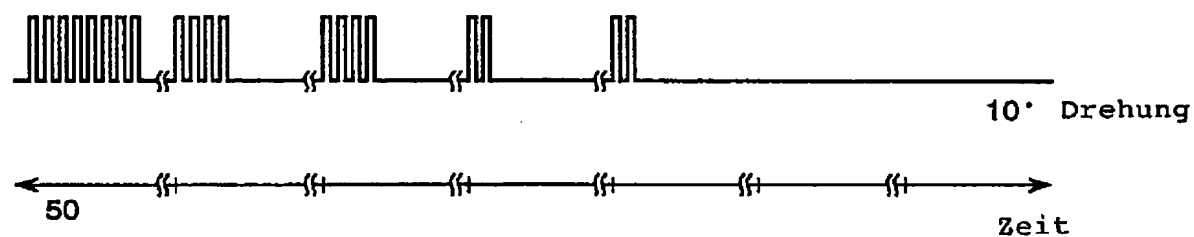


## FIG. 11A

Stand der Technik



## FIG. 11B



**FIG. 12**

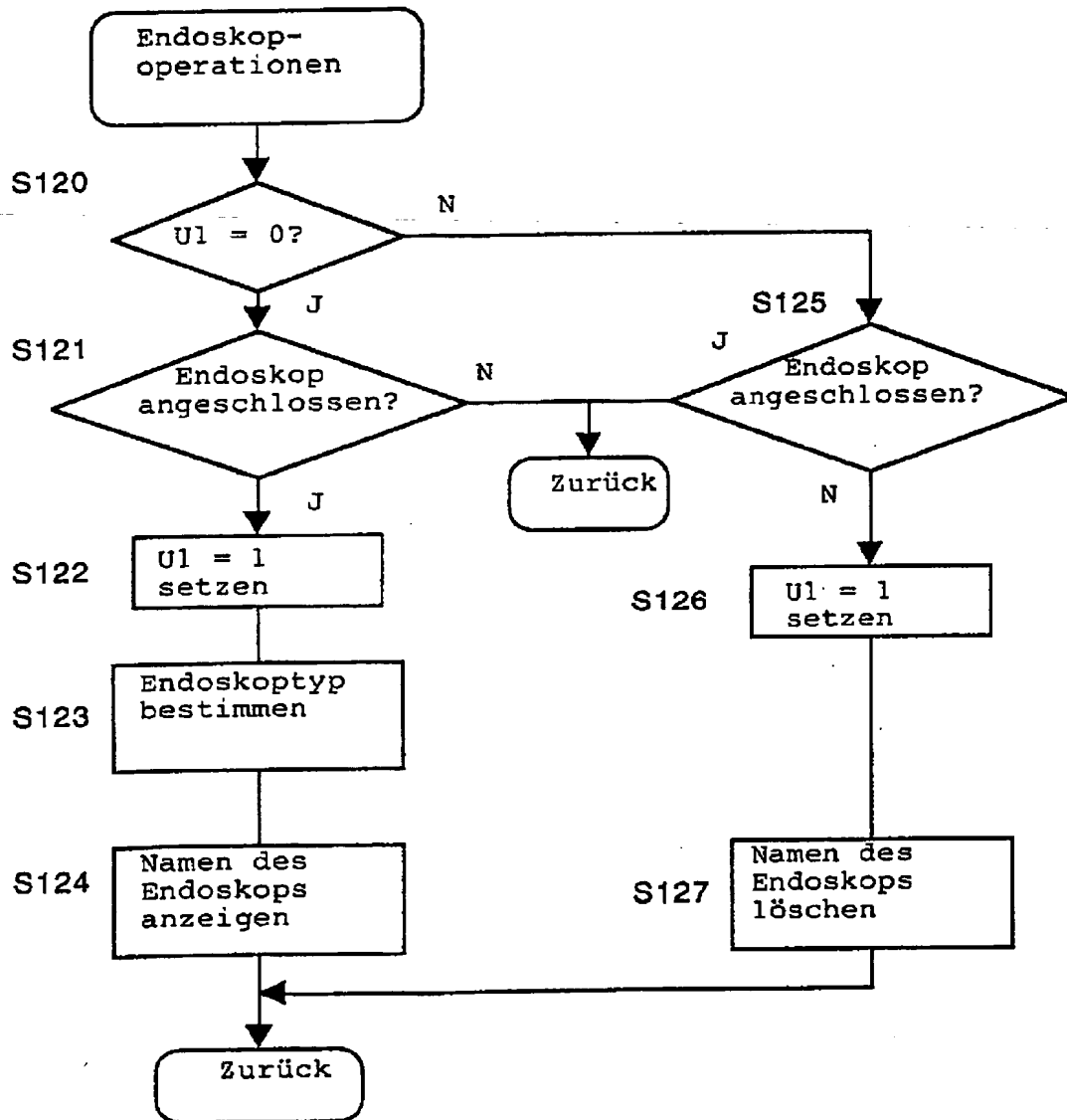


FIG. 13

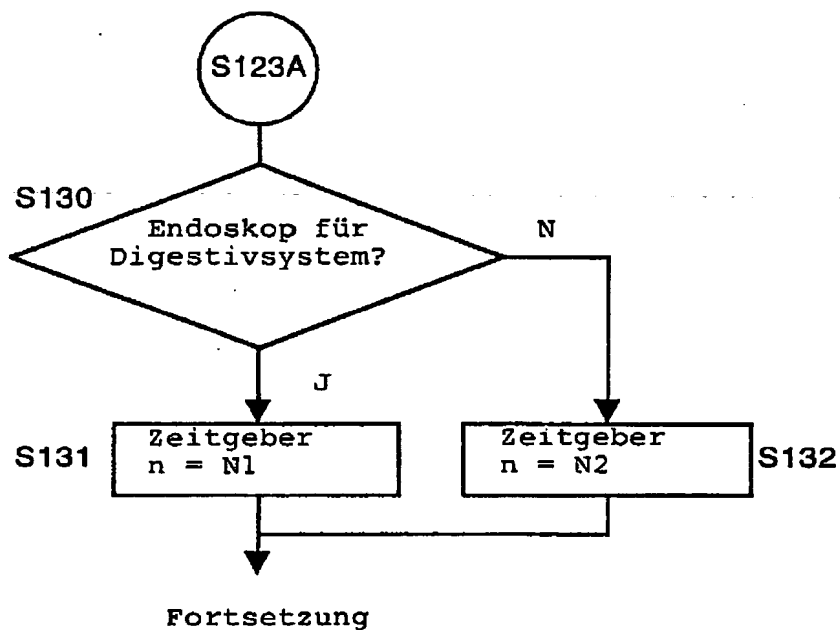


FIG. 14A

Endoskop für Digestiv-  
system



FIG. 14B

Endoskop für anderes  
System





FIG. 15

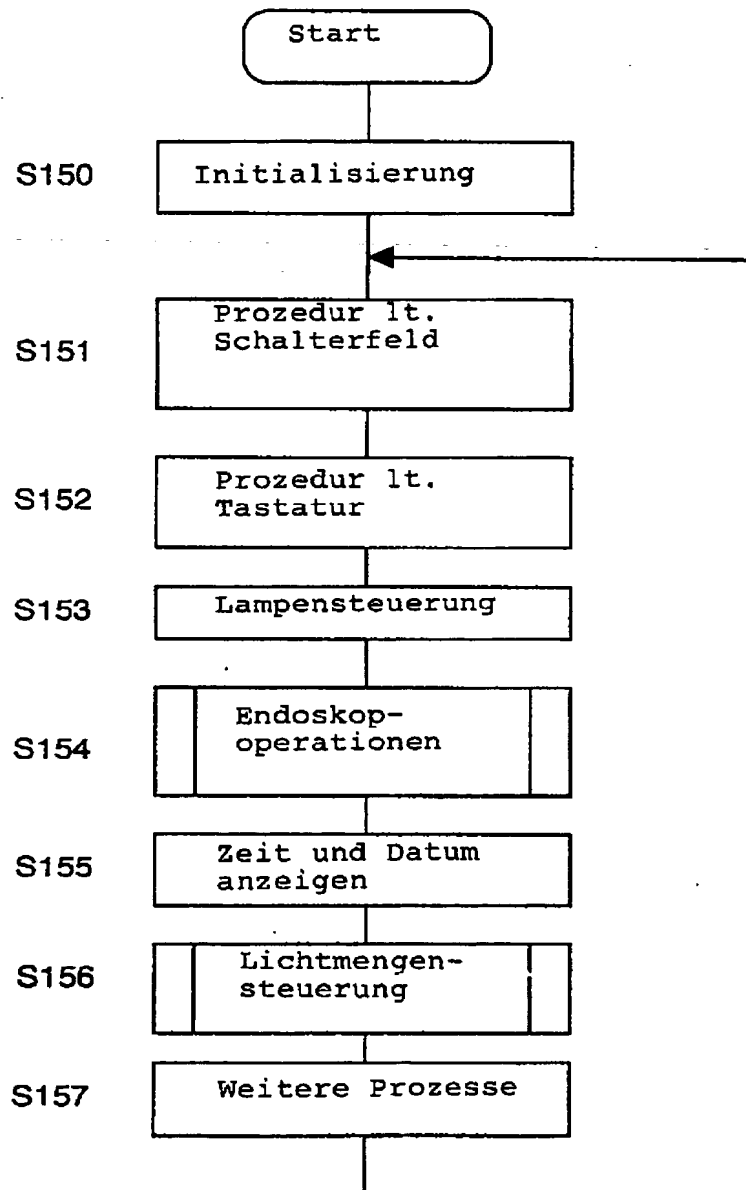


FIG. 16

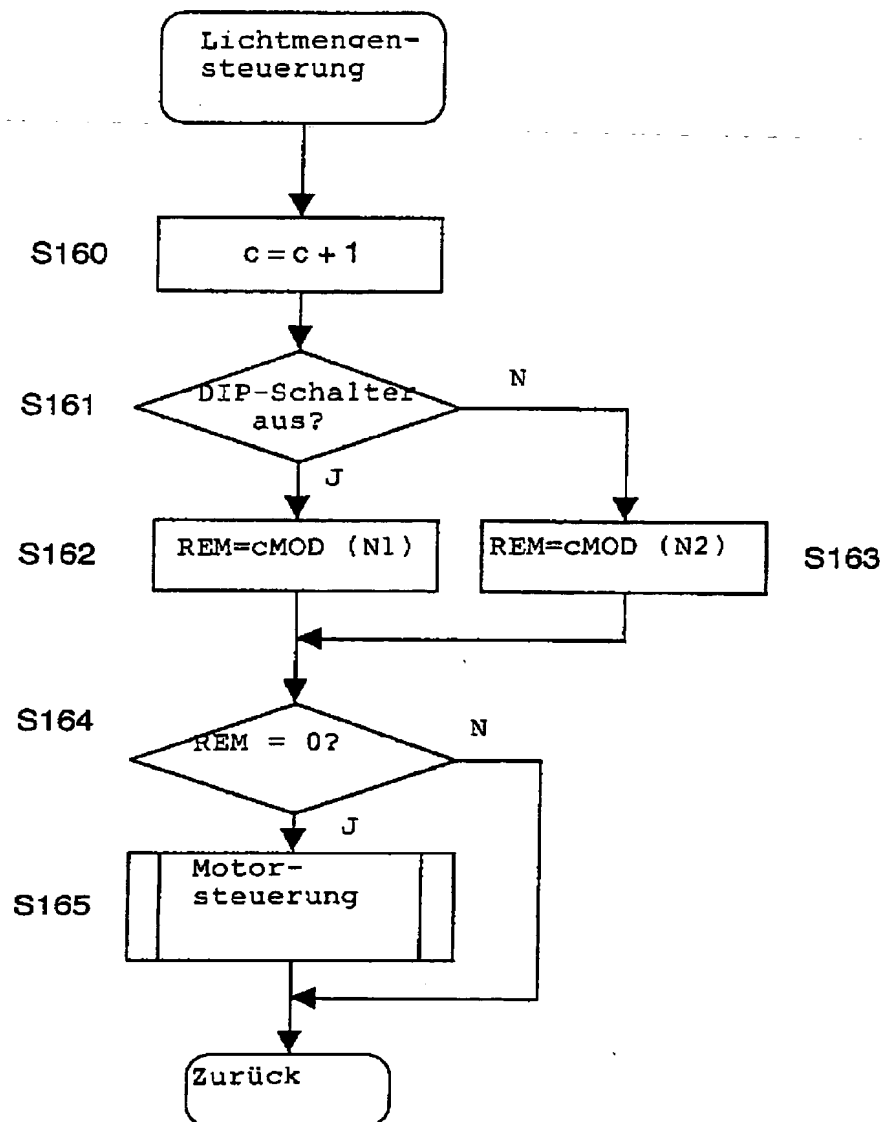


FIG. 17

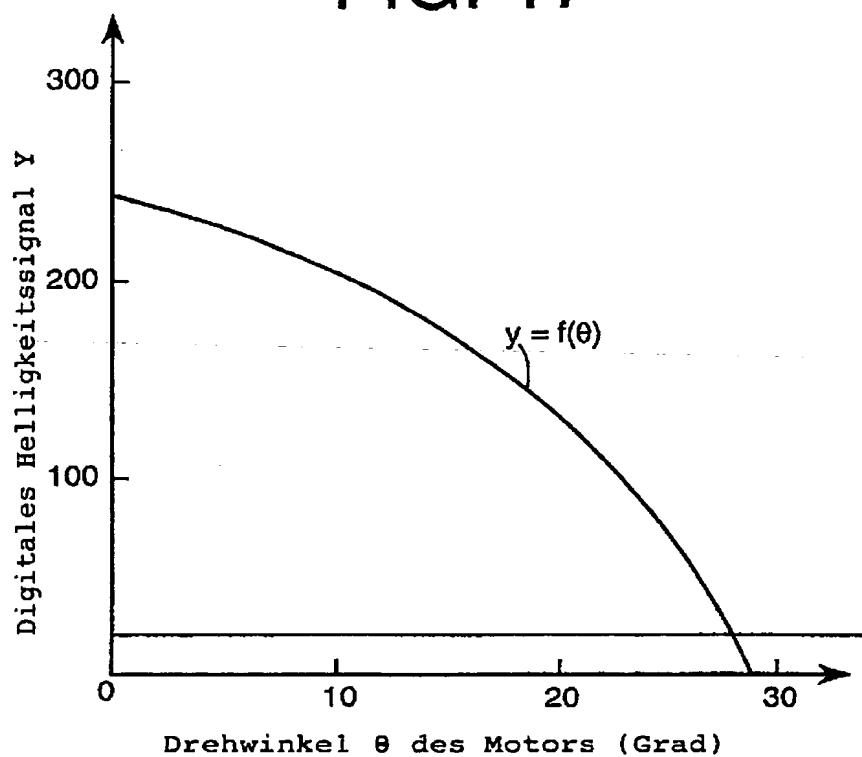


FIG. 18

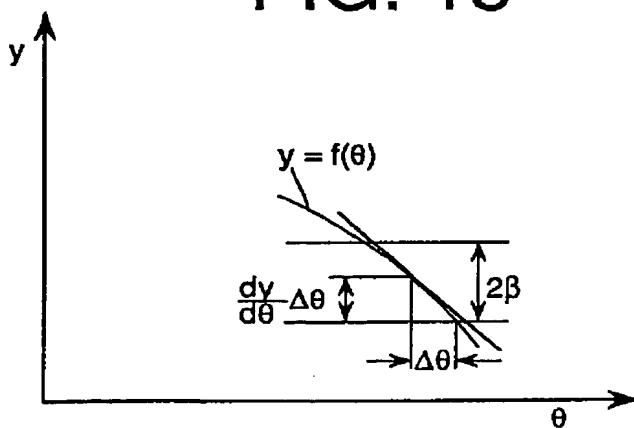


FIG. 19

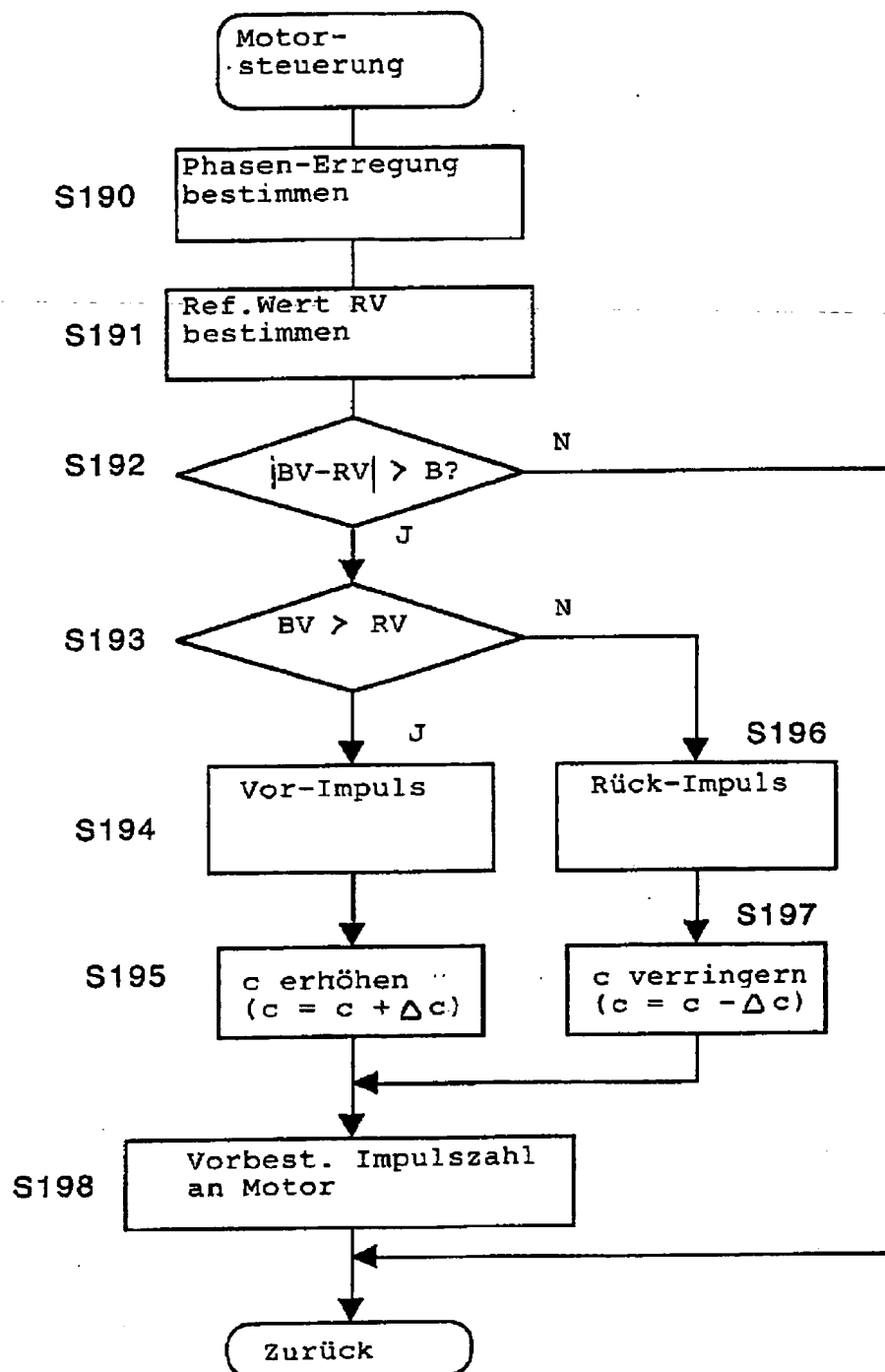


FIG. 20A

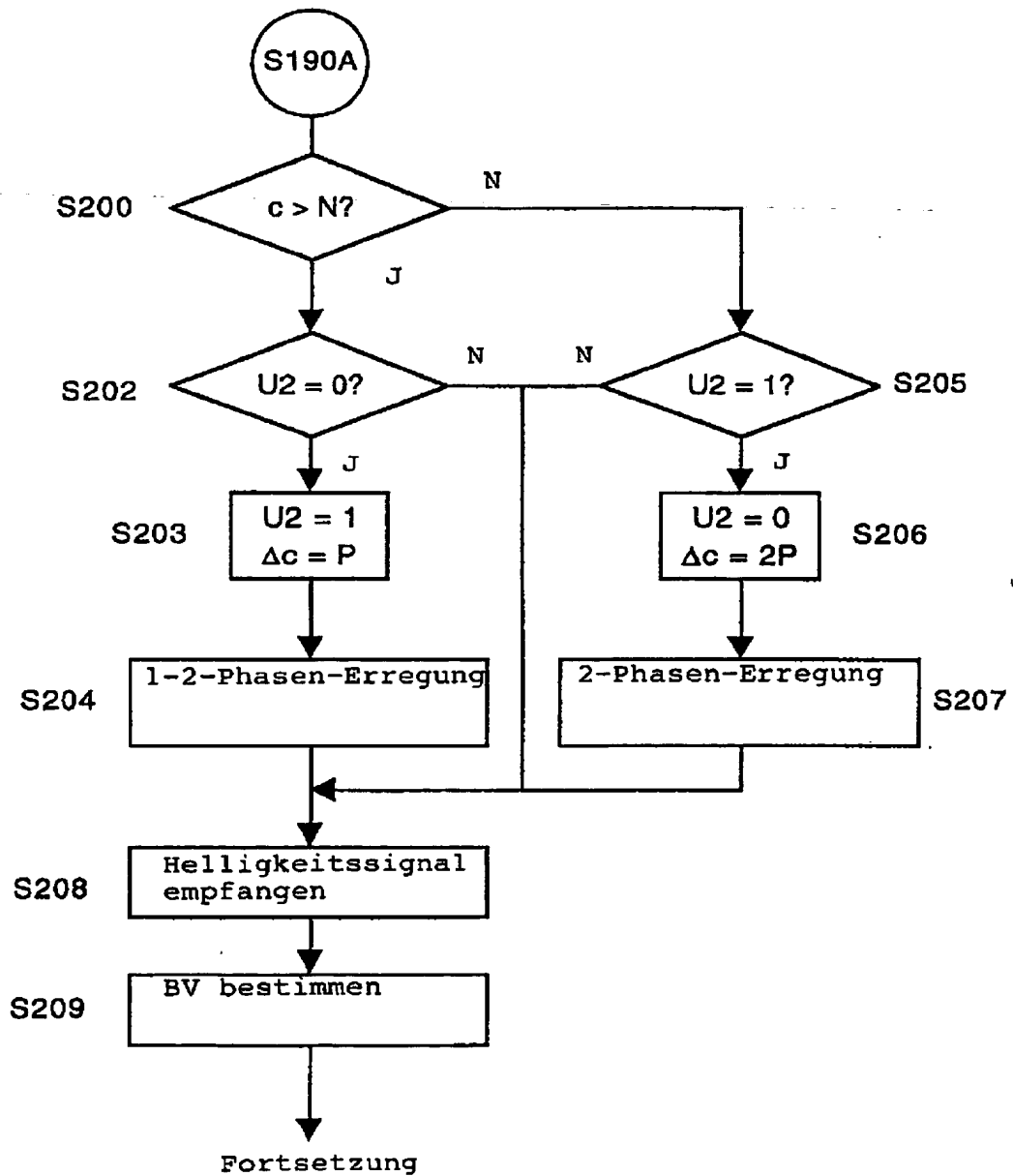
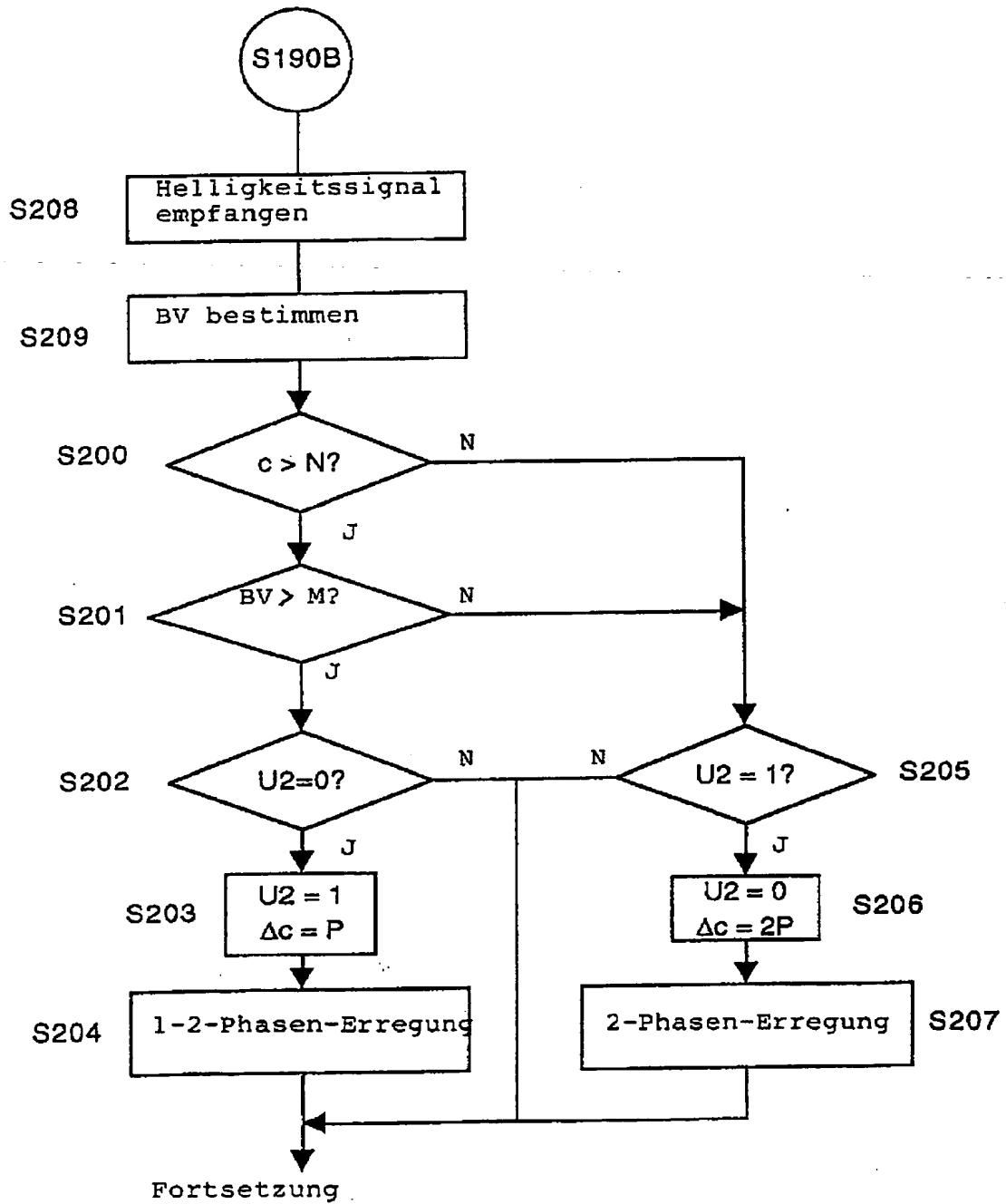


FIG. 20B



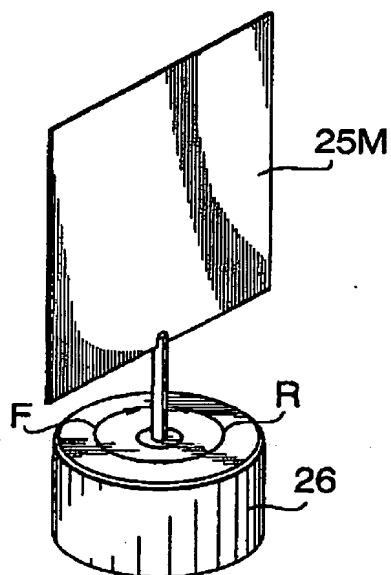


FIG. 22

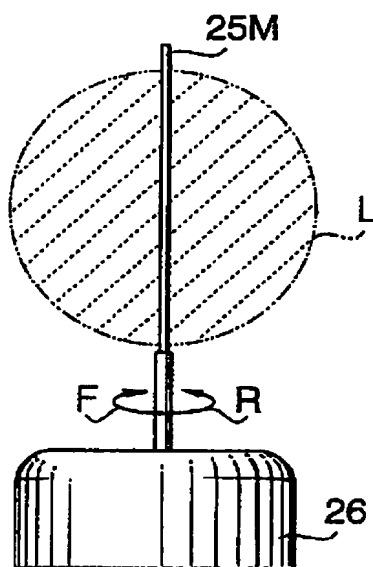


FIG. 23

FIG. 24

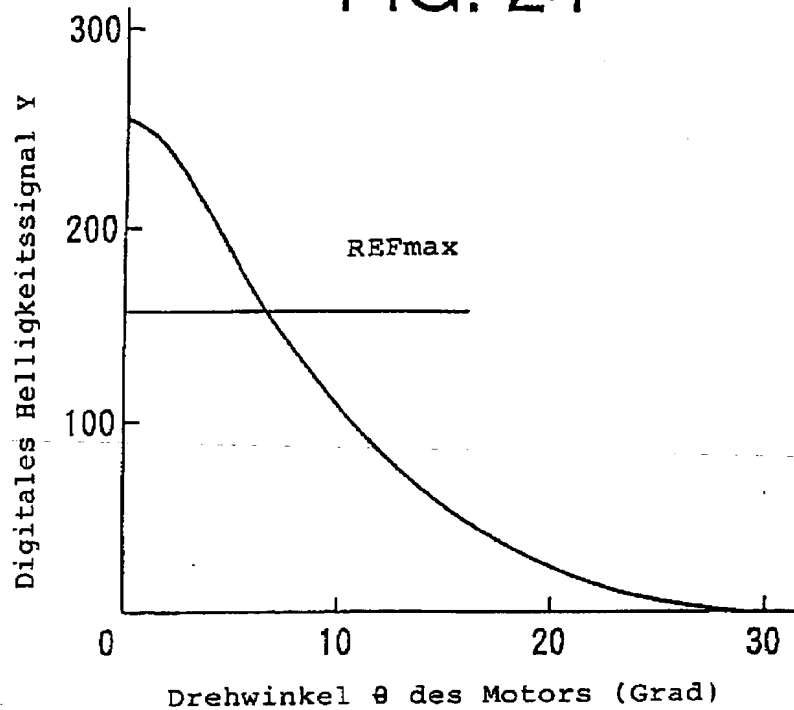


FIG. 25

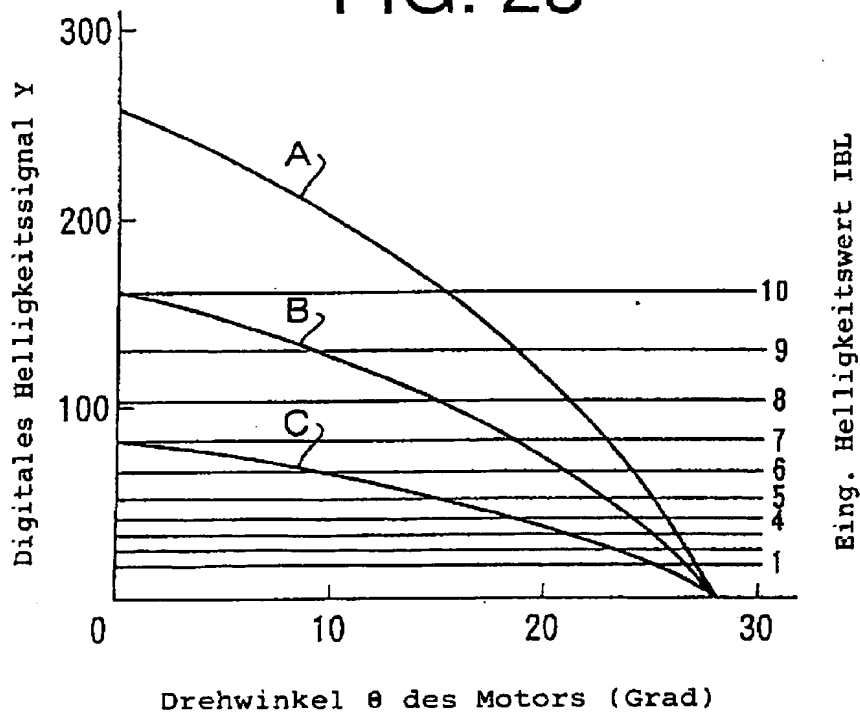




FIG. 26

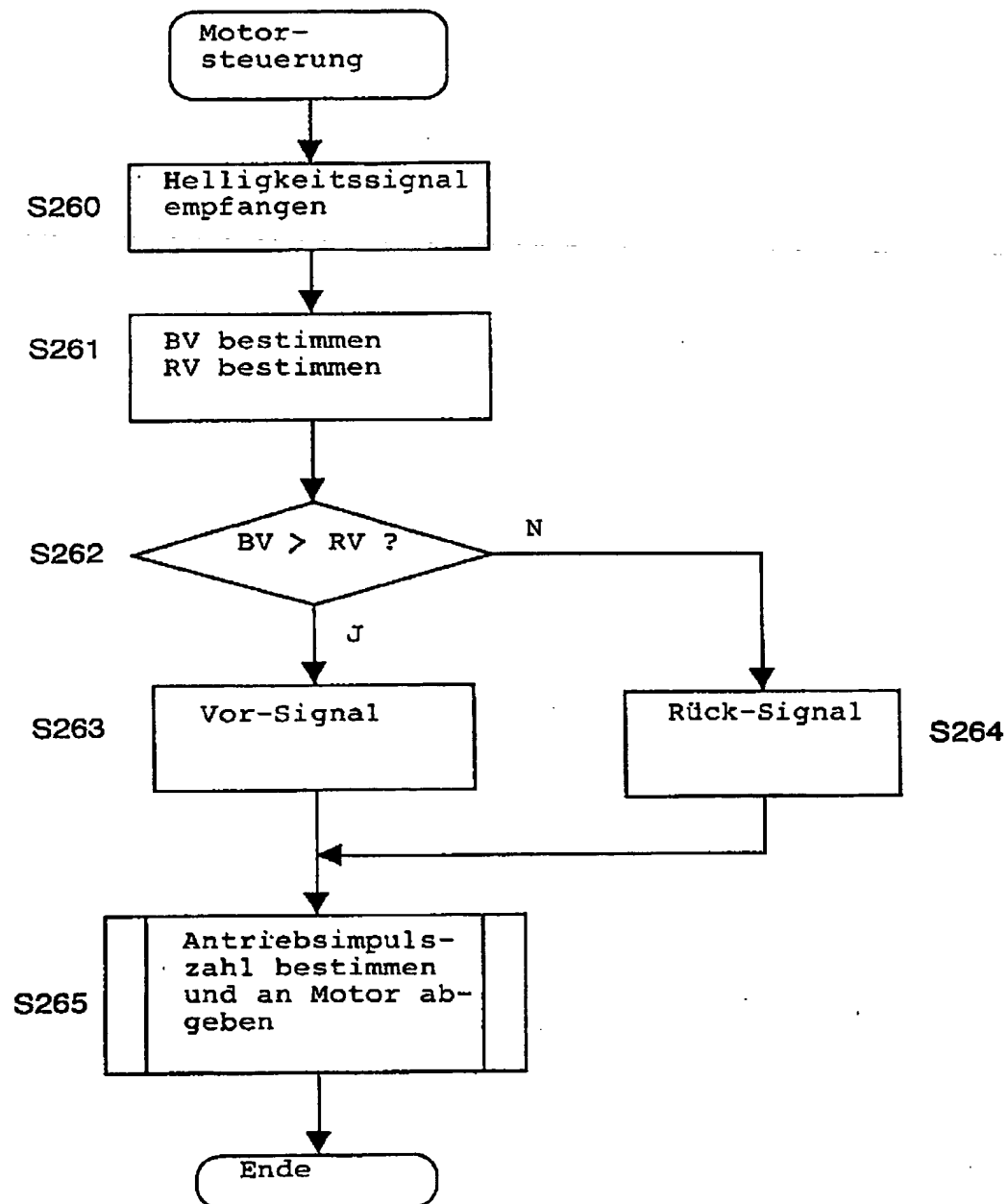


FIG. 27

Helligkeitwert $y$	0 ~ 35	35 ~ 70	70 ~ 110	110 ~ 150	150 ~ 200
Anderung $\Delta y$	8	7	6	5	4
Eing. Helligkeitwert	1,2,3	4,5,6	7,8	9	10

FIG. 30

Drehwinkel $\theta$	0 ~ 16	16 ~ 23	23 ~ 28
Anderung $\Delta y$ des H. Wertes	3 oder 4	5 oder 6	7 oder 8

FIG. 32

Endoskop- typ	Drehwinkel $\theta$	Änderung $\Delta y$ des H. Wertes
A	0 ~ 23	$\leq 6$
	23 ~ 28	7, 8
B	0 ~ 20	$\leq 4$
	20 ~ 28	5
C	0 ~ 28	$\leq 3$

FIG. 28

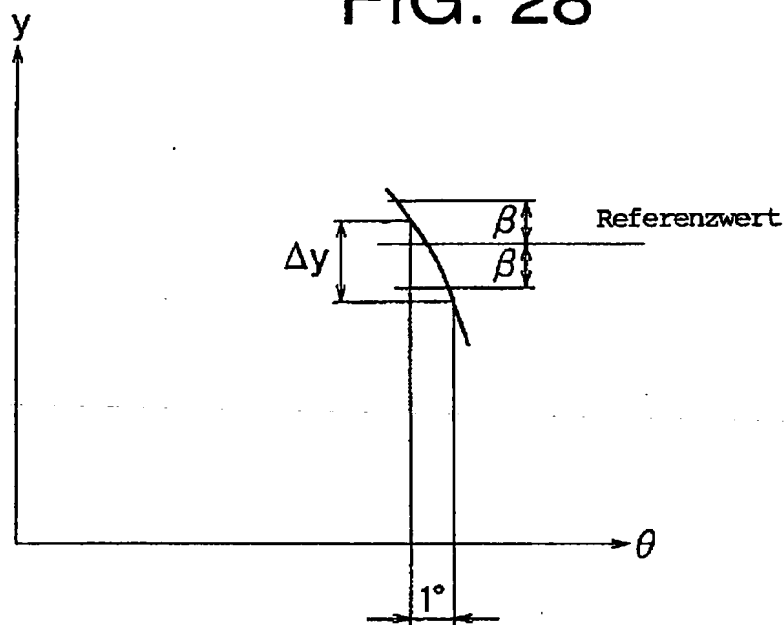


FIG. 35

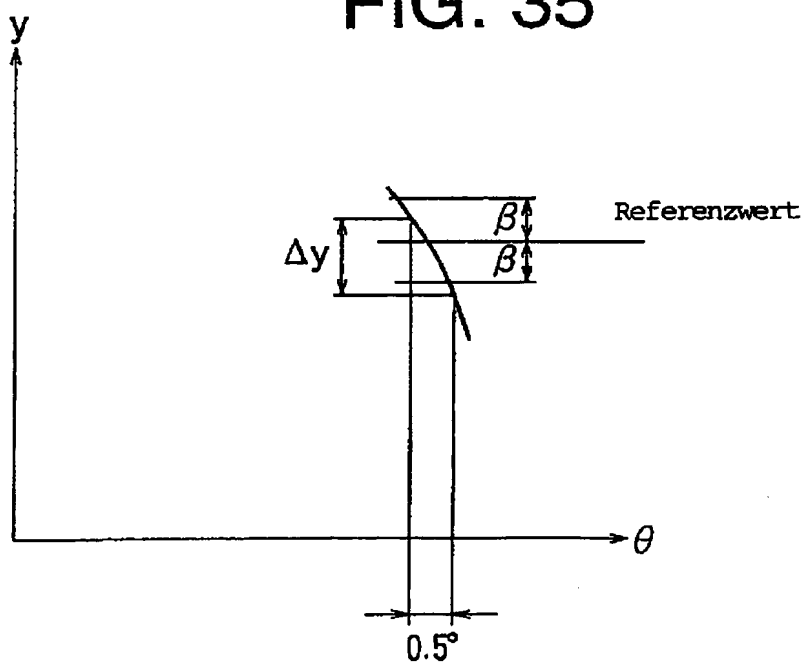


FIG. 29

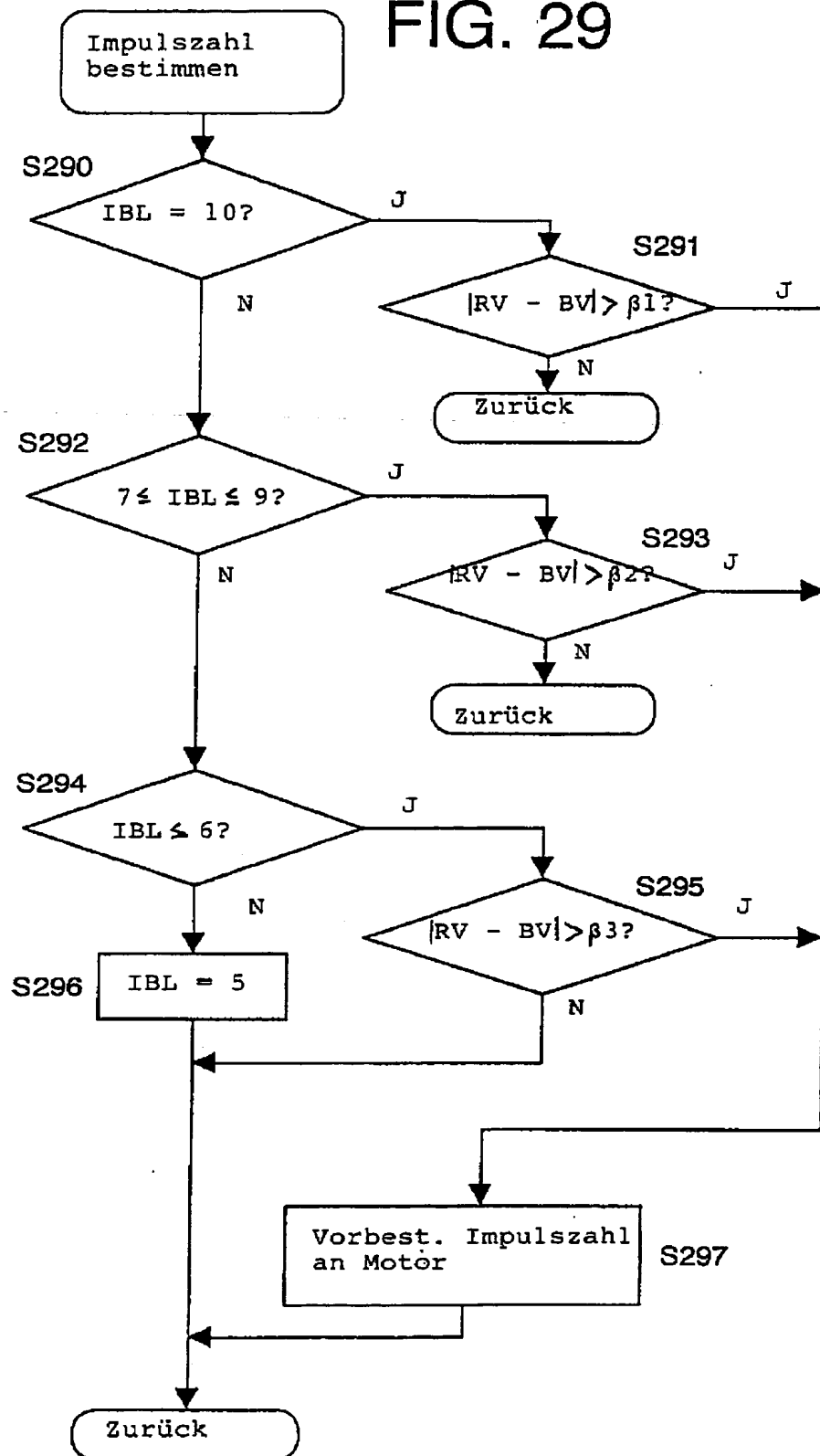


FIG. 31

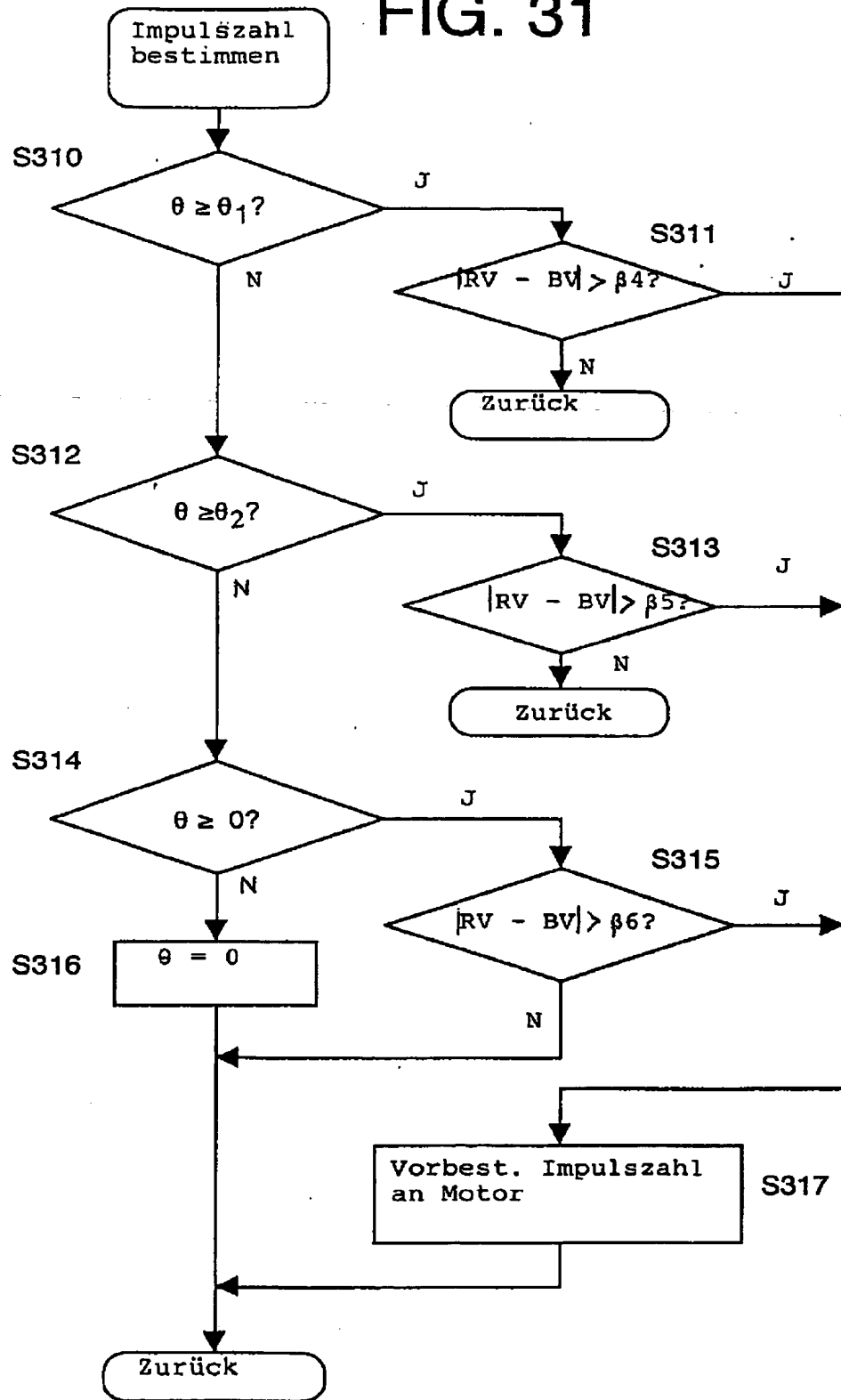
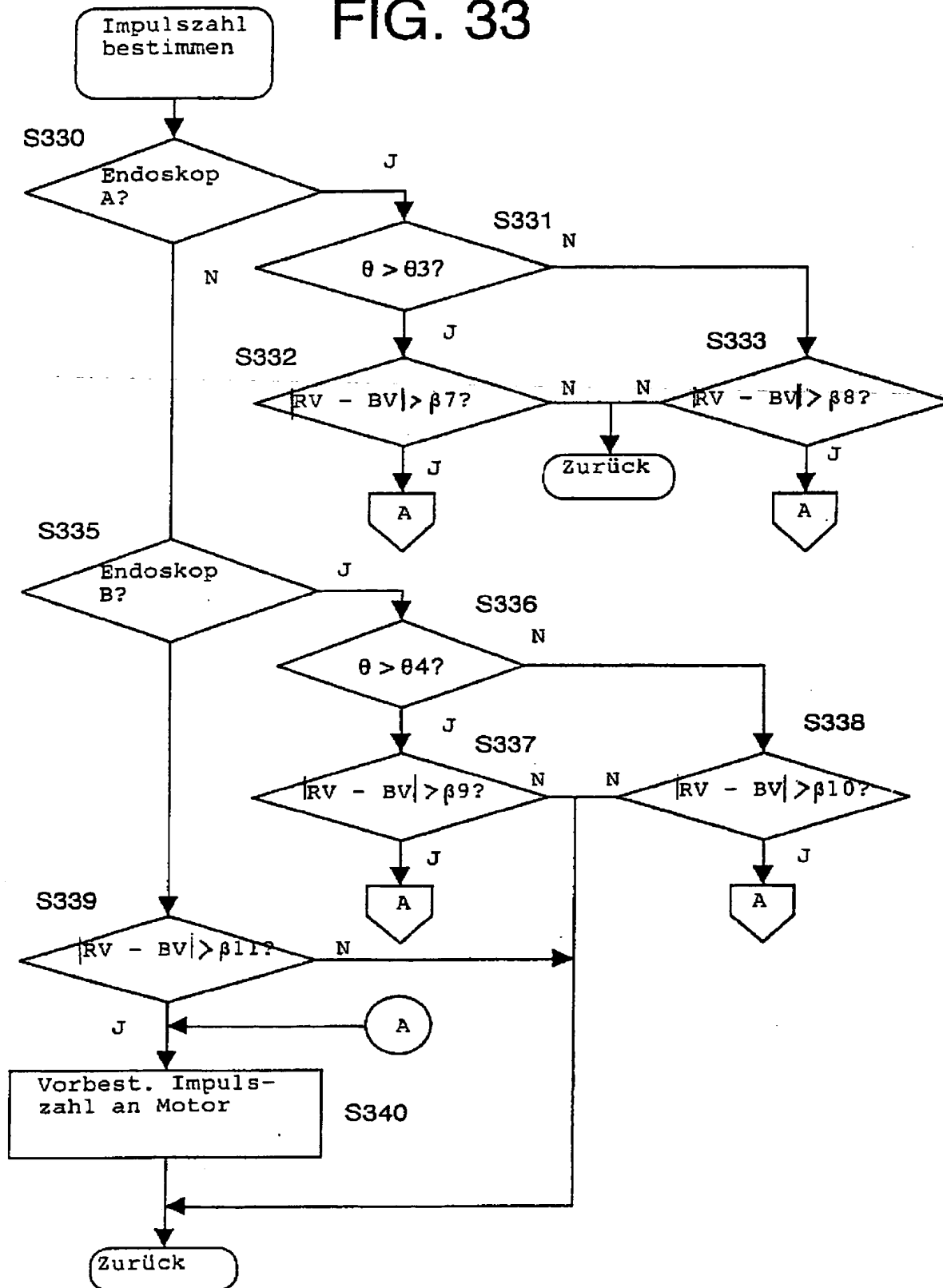


FIG. 33



## FIG. 34

Helligkeitwert	0 ~ 70	70 ~ 150	150 ~ 200
Änderung $\Delta y$ des H. Wertes	$\leq 4$	$\leq 3$	$\leq 2$
Eing. Helligkeitwert	1 ~ 6	7 ~ 9	10

## FIG. 37

Drehwinkel $\theta$	0 ~ 16	16 ~ 23	23 ~ 28
Änderung $\Delta y$ des H. Wertes	$\leq 2$	$\leq 3$	$\leq 4$

## FIG. 39

Endoskoptyp	Drehwinkel $\theta$	Änderung $\Delta y$ des H. Wertes
A	0 ~ 23	$\leq 3$
	23 ~ 28	$\leq 4$
B	0 ~ 20	$\leq 2$
	20 ~ 28	$\leq 3$
C	0 ~ 28	$\leq 1.5$

FIG. 36

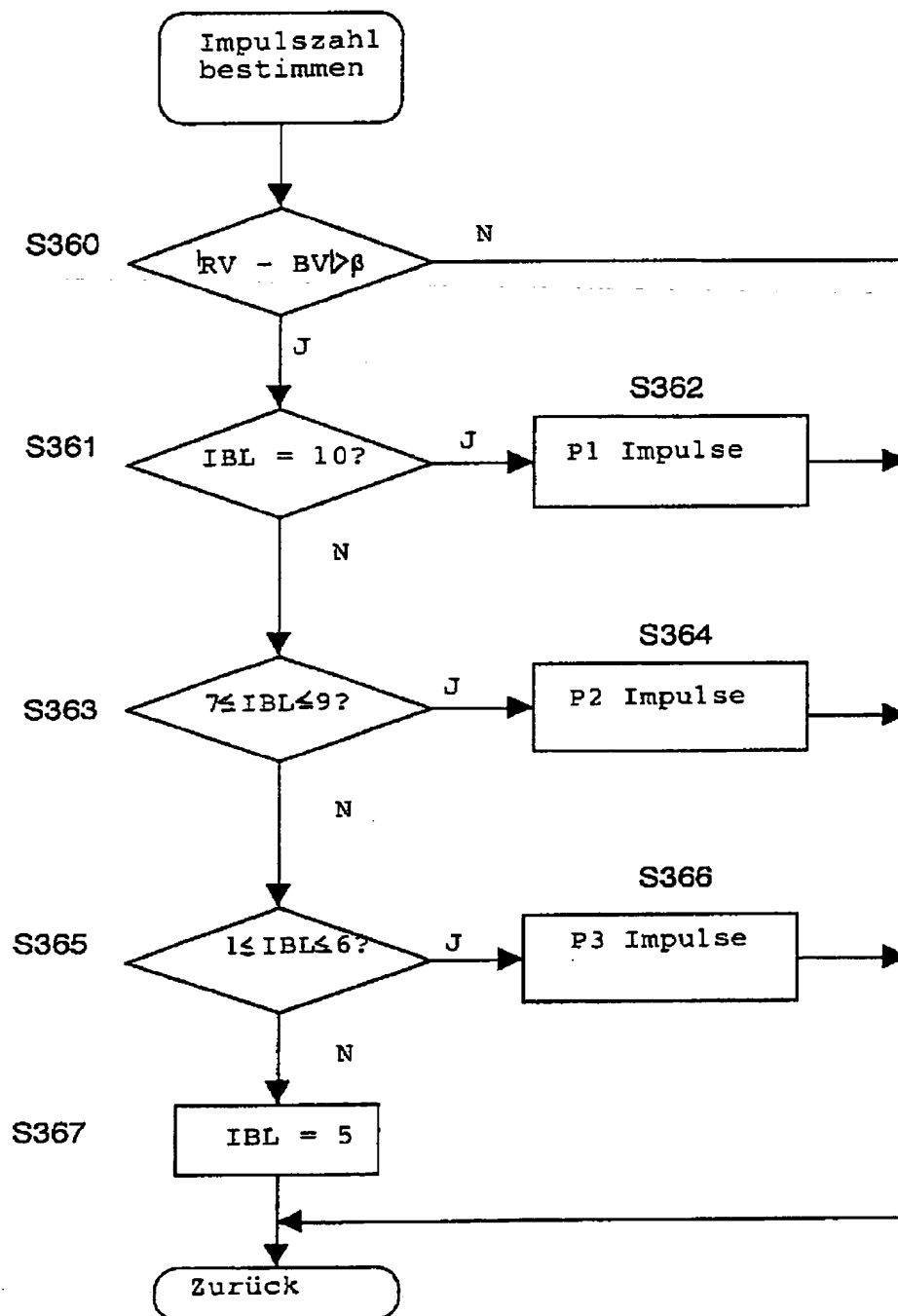




FIG. 38

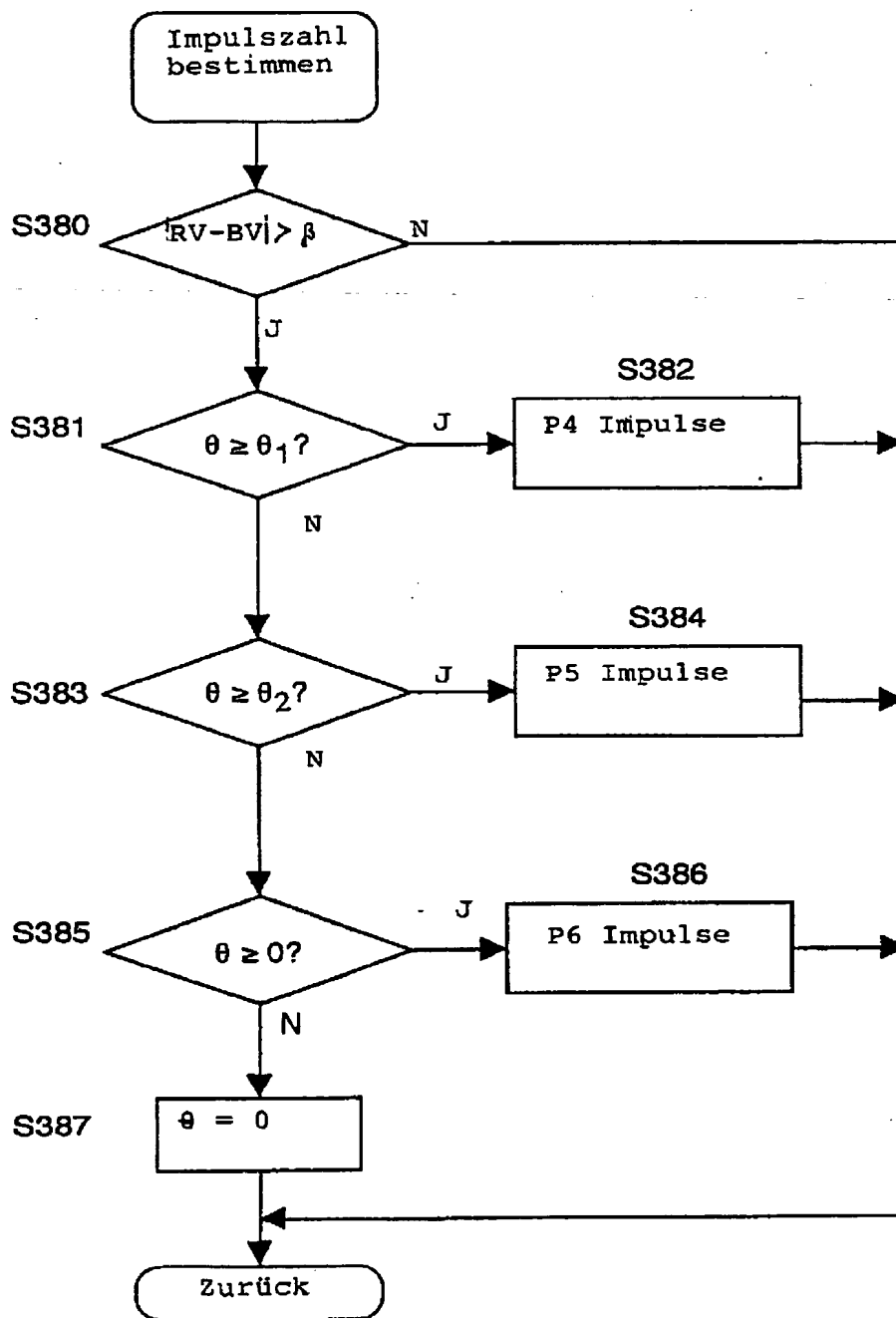


FIG. 40

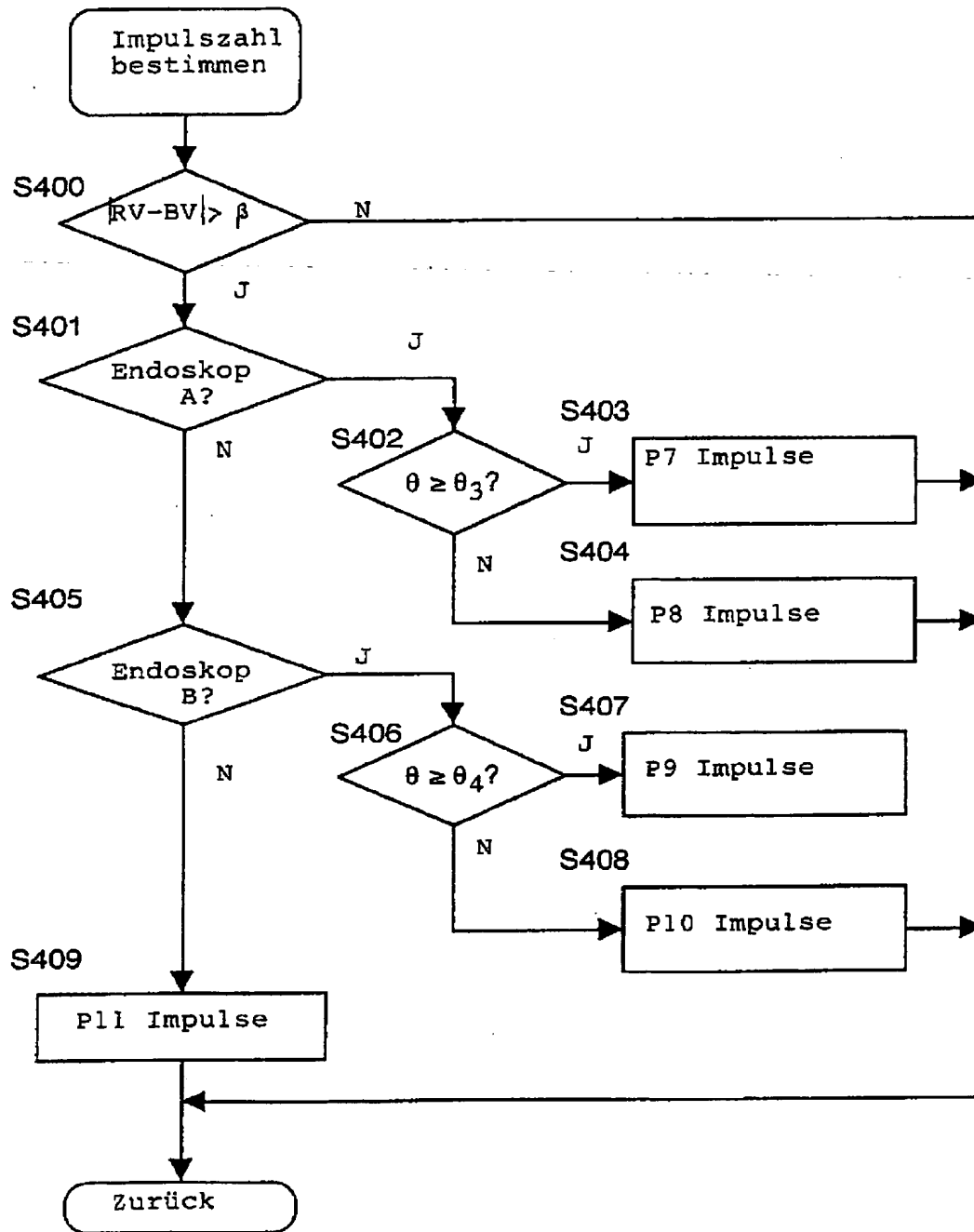


FIG. 41

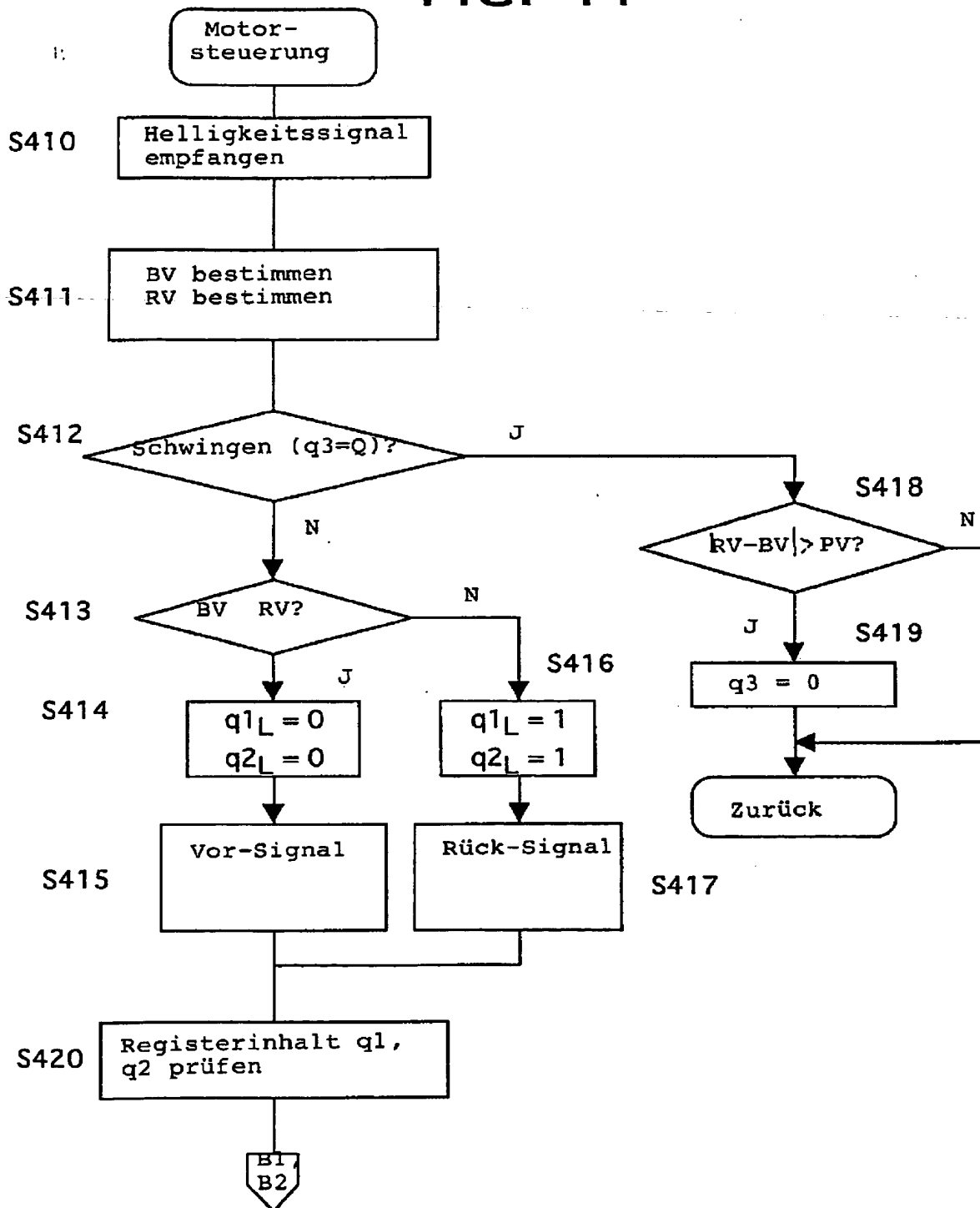
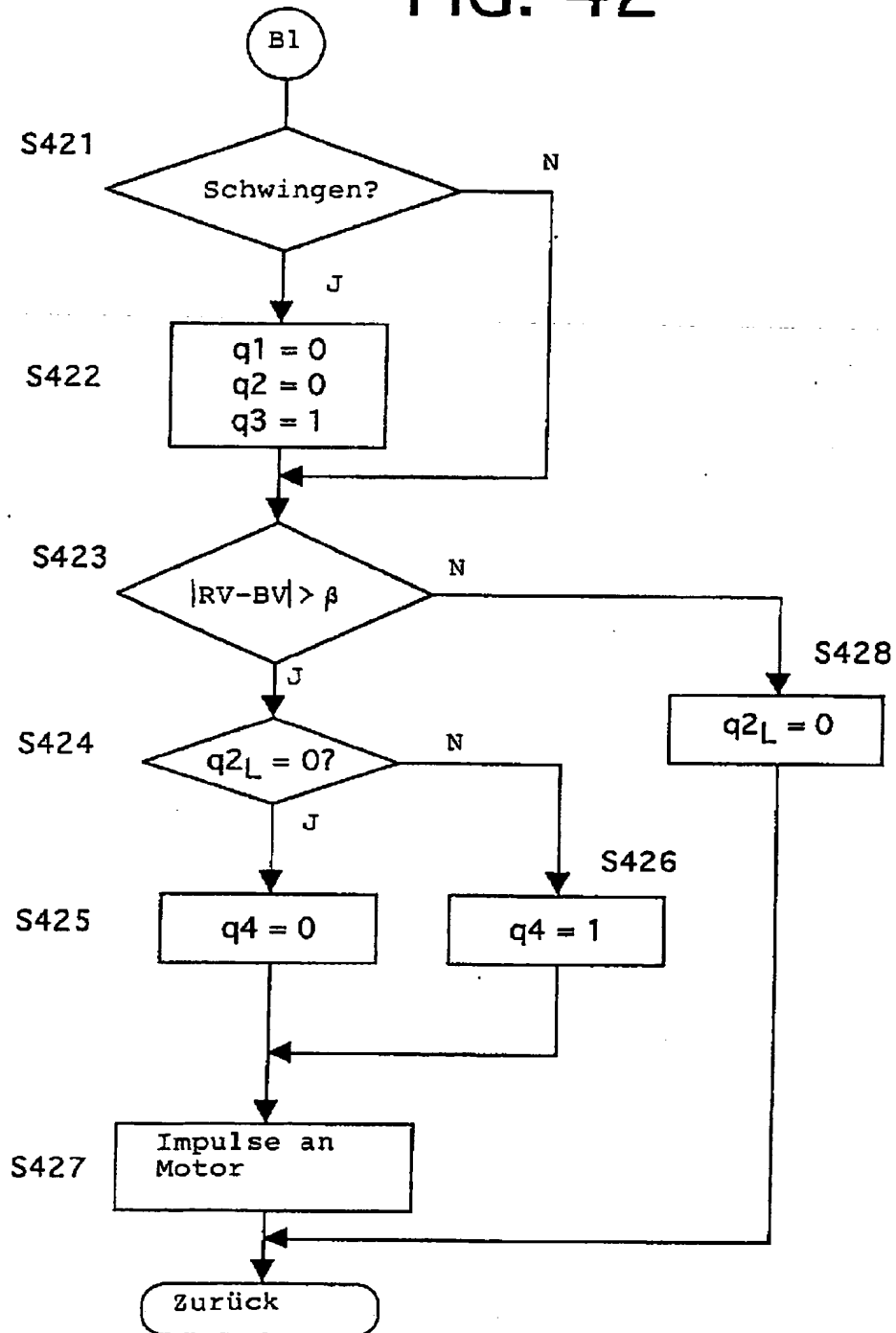


FIG. 42



# FIG. 43

Voriges ql

1	0	0	1	1	1	0	0
---	---	---	---	---	---	---	---

LSB

1 Bit nach links verschoben

Aktuelles ql

1	0	0	1	1	1	0	0	0
---	---	---	---	---	---	---	---	---

LSB

# FIG. 44

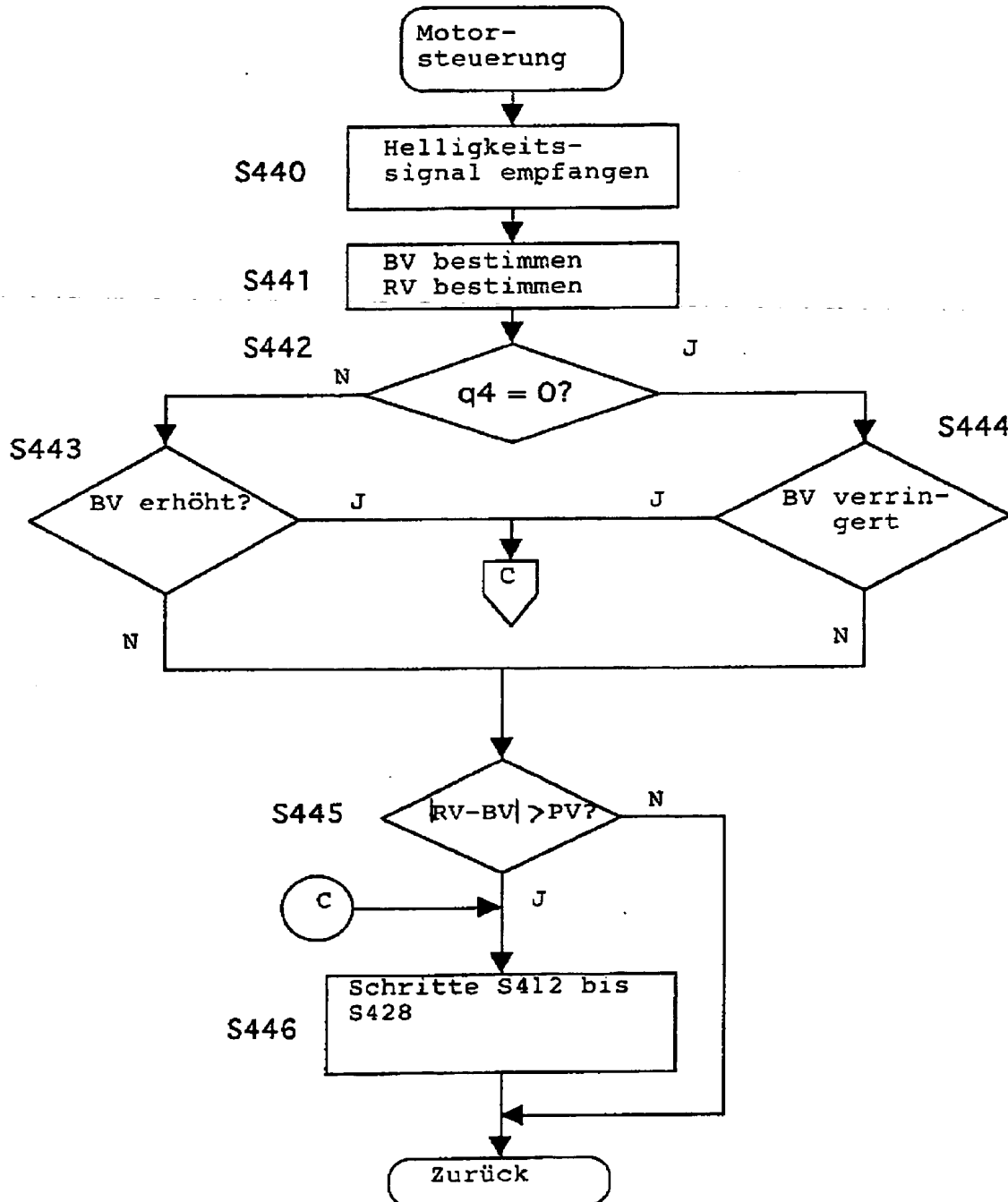
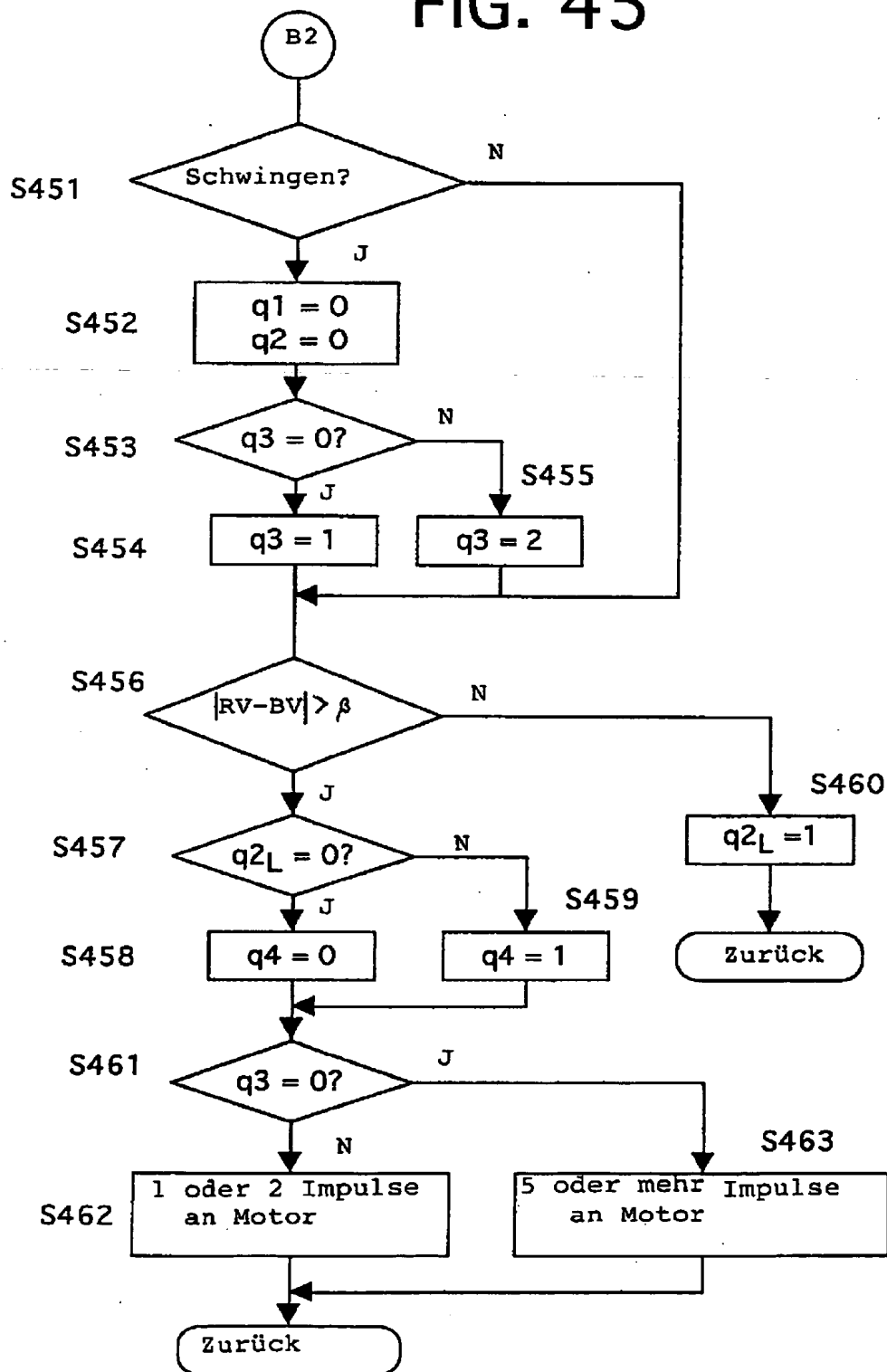


FIG. 45



# FIG. 46A

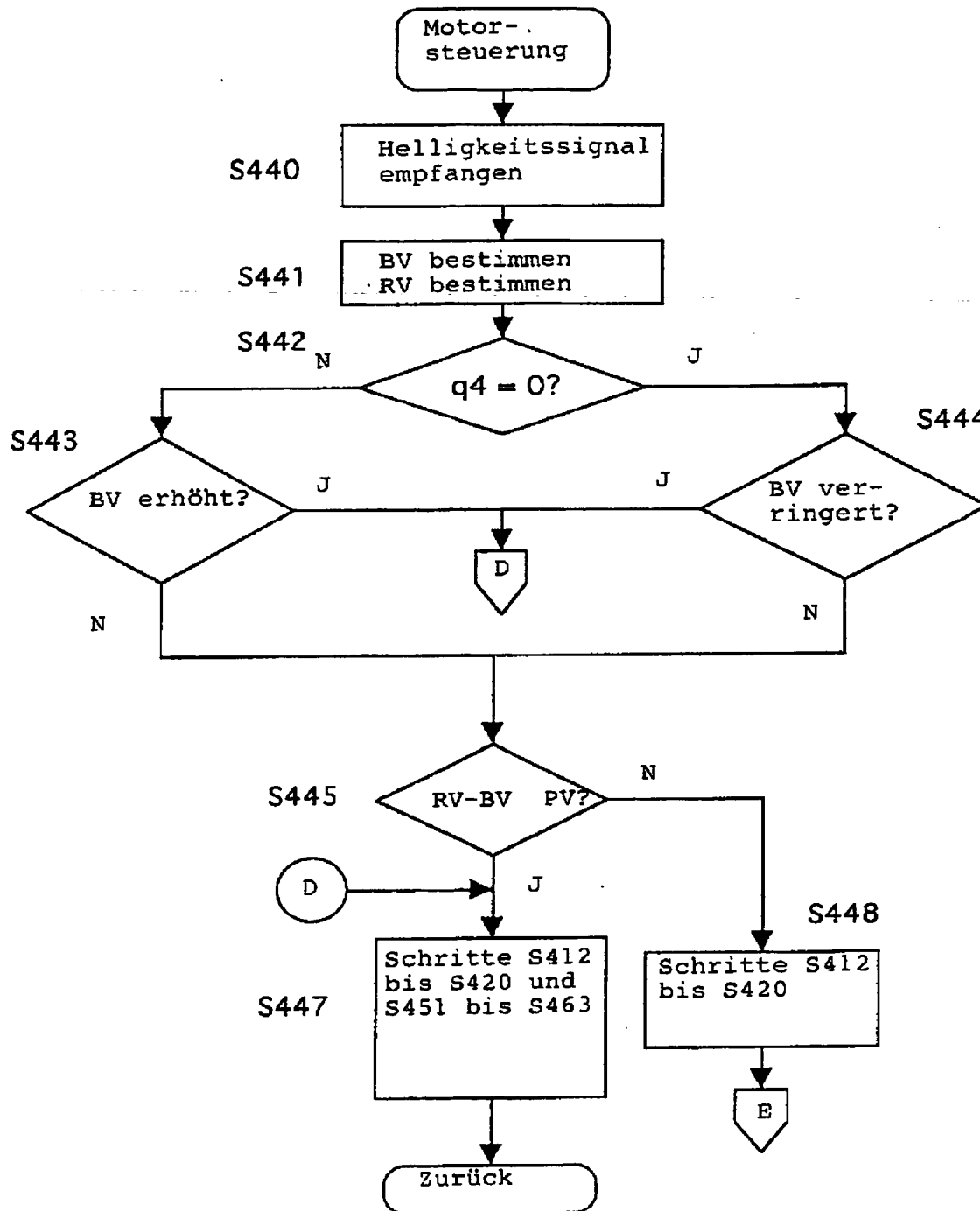
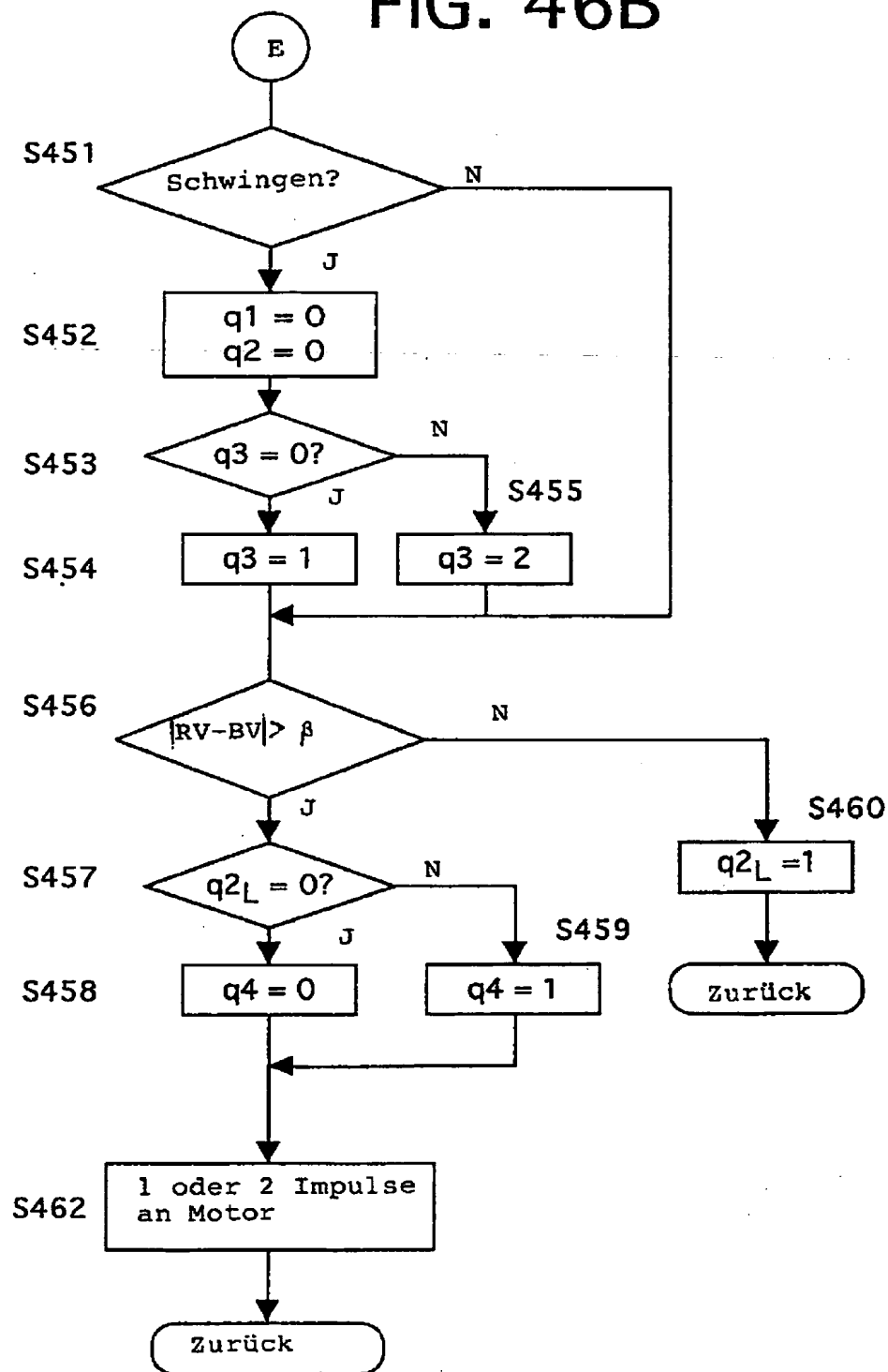




FIG. 46B



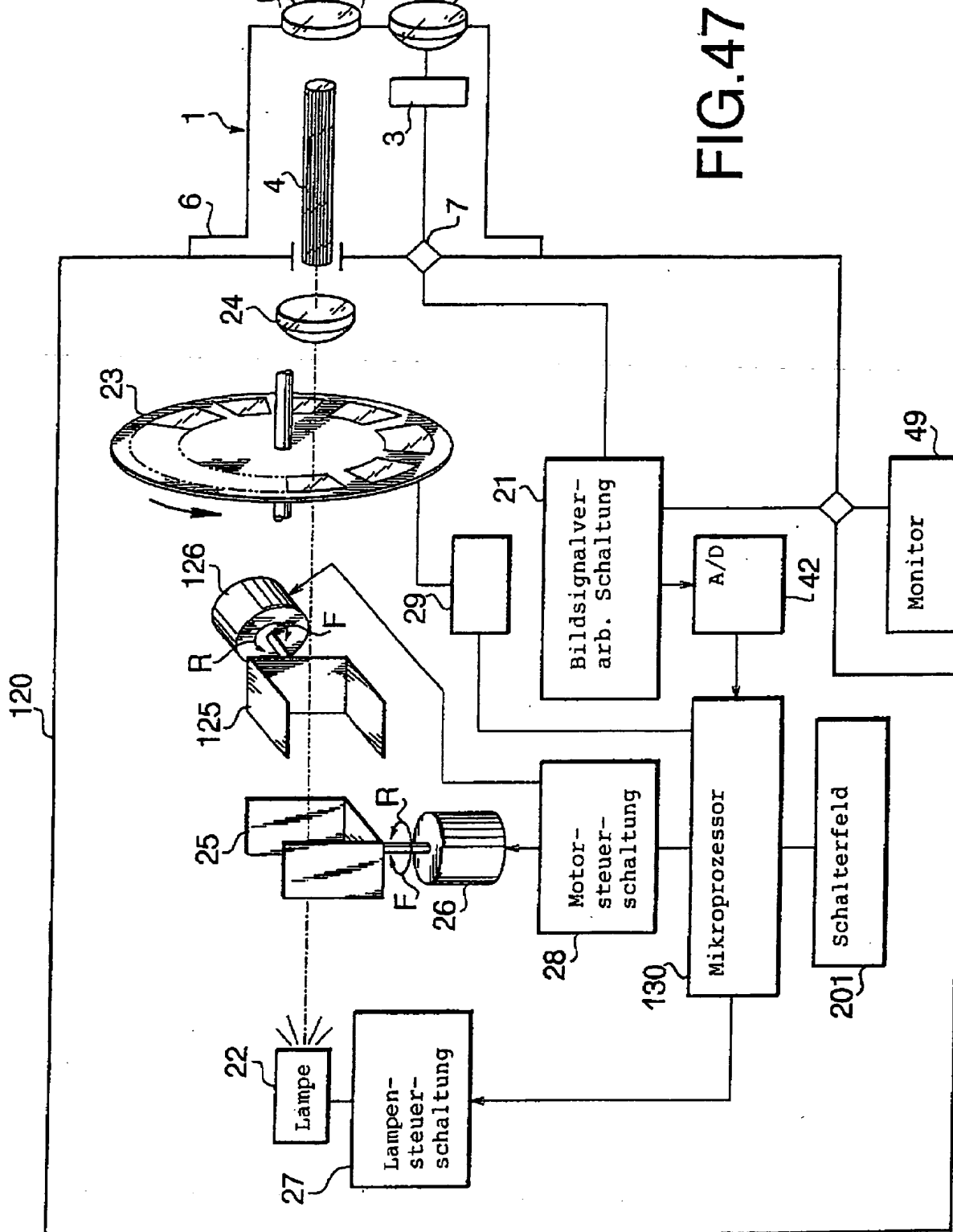


FIG. 48

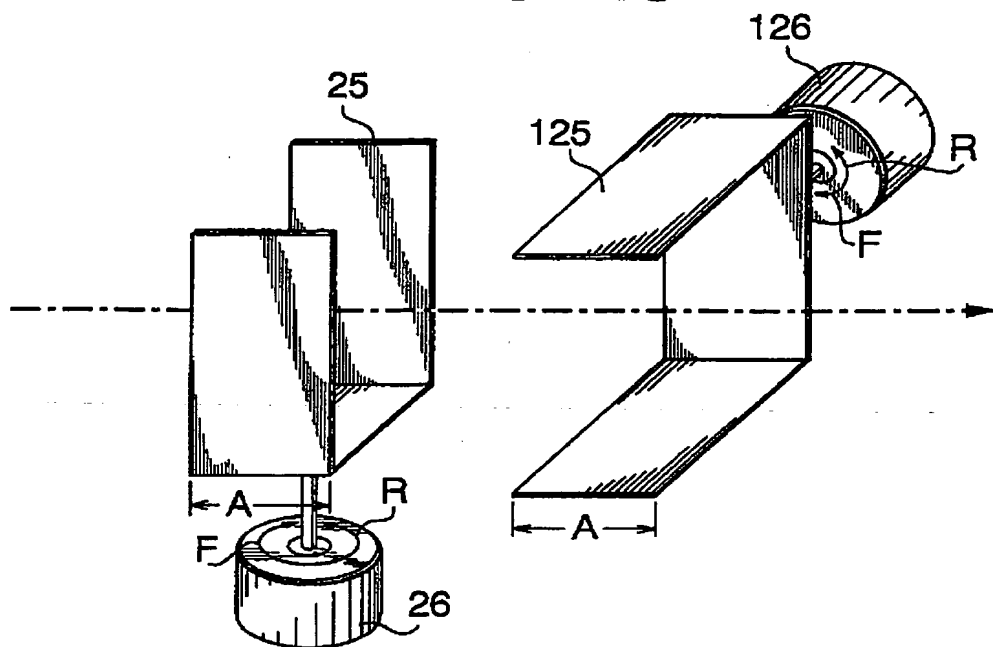


FIG. 51

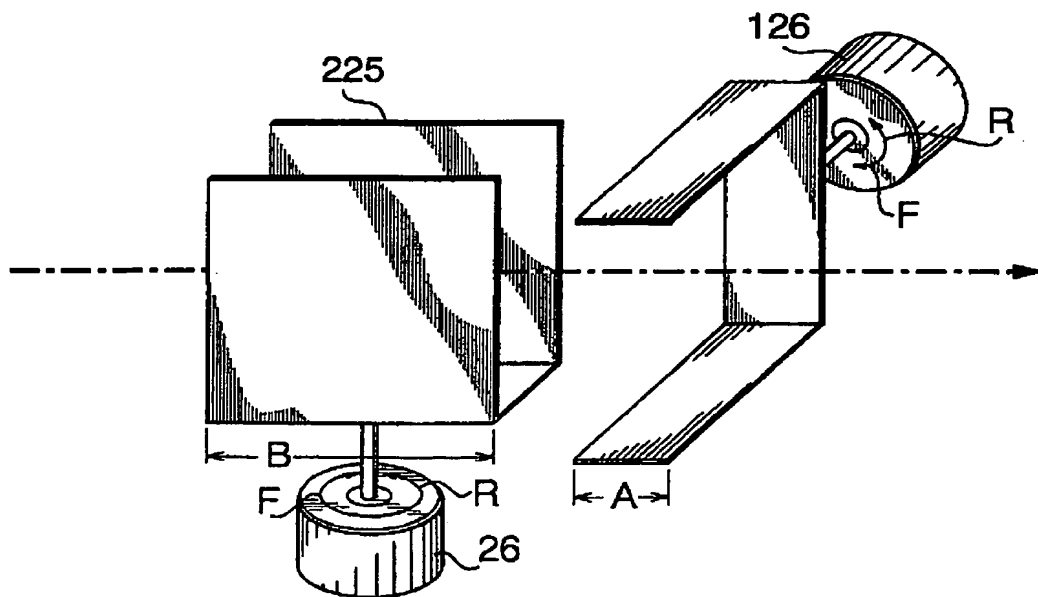


FIG. 49

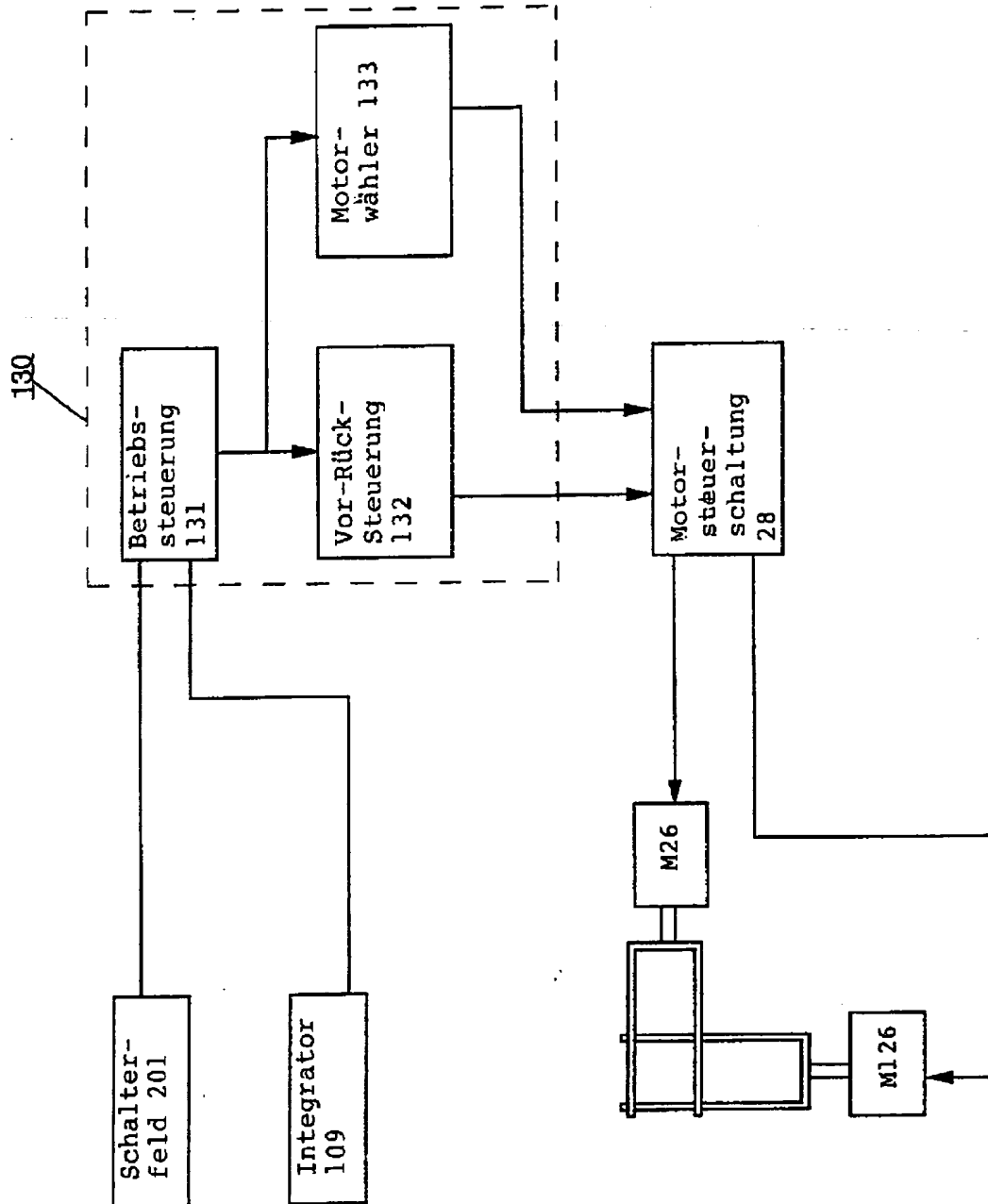


FIG. 50

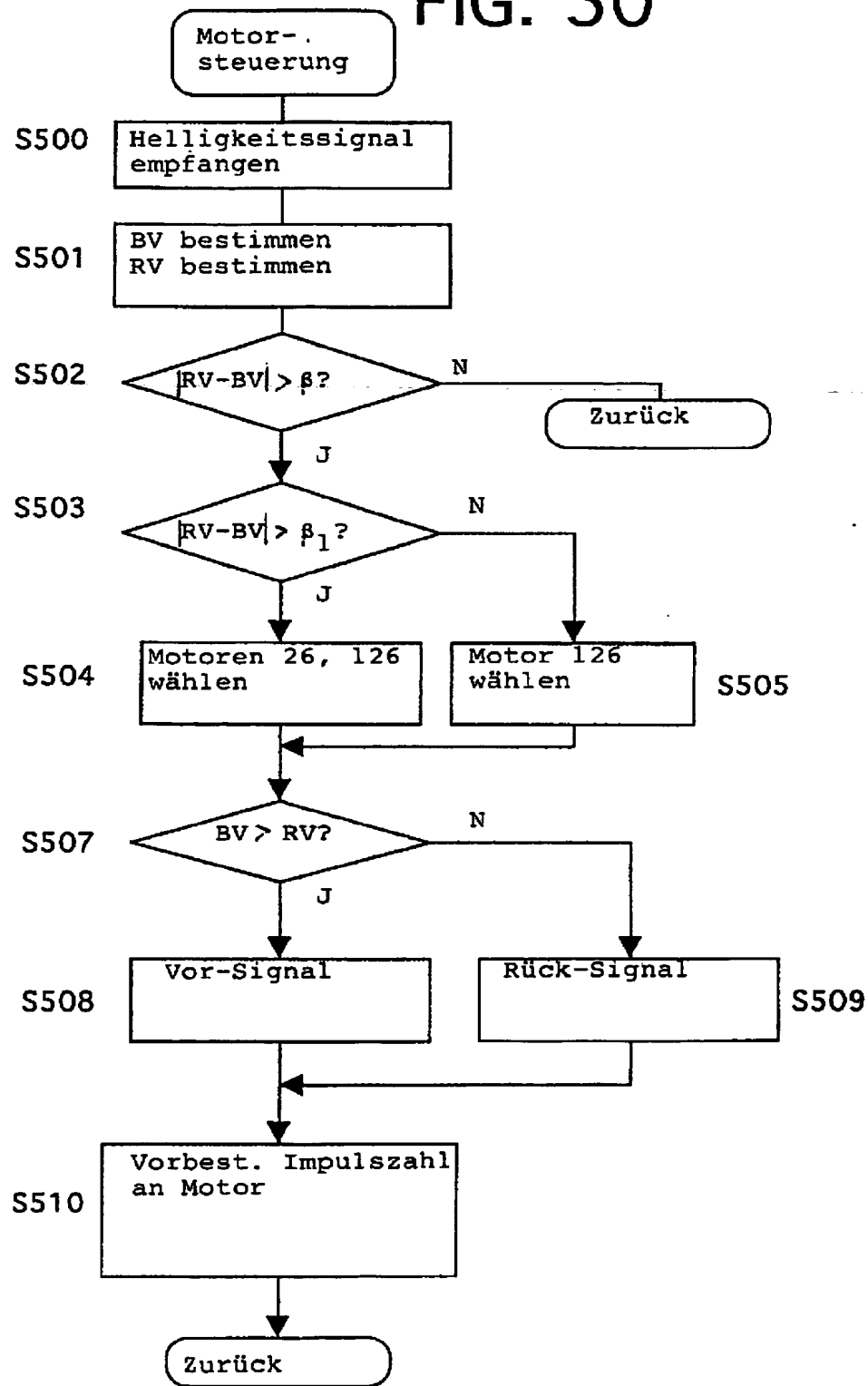
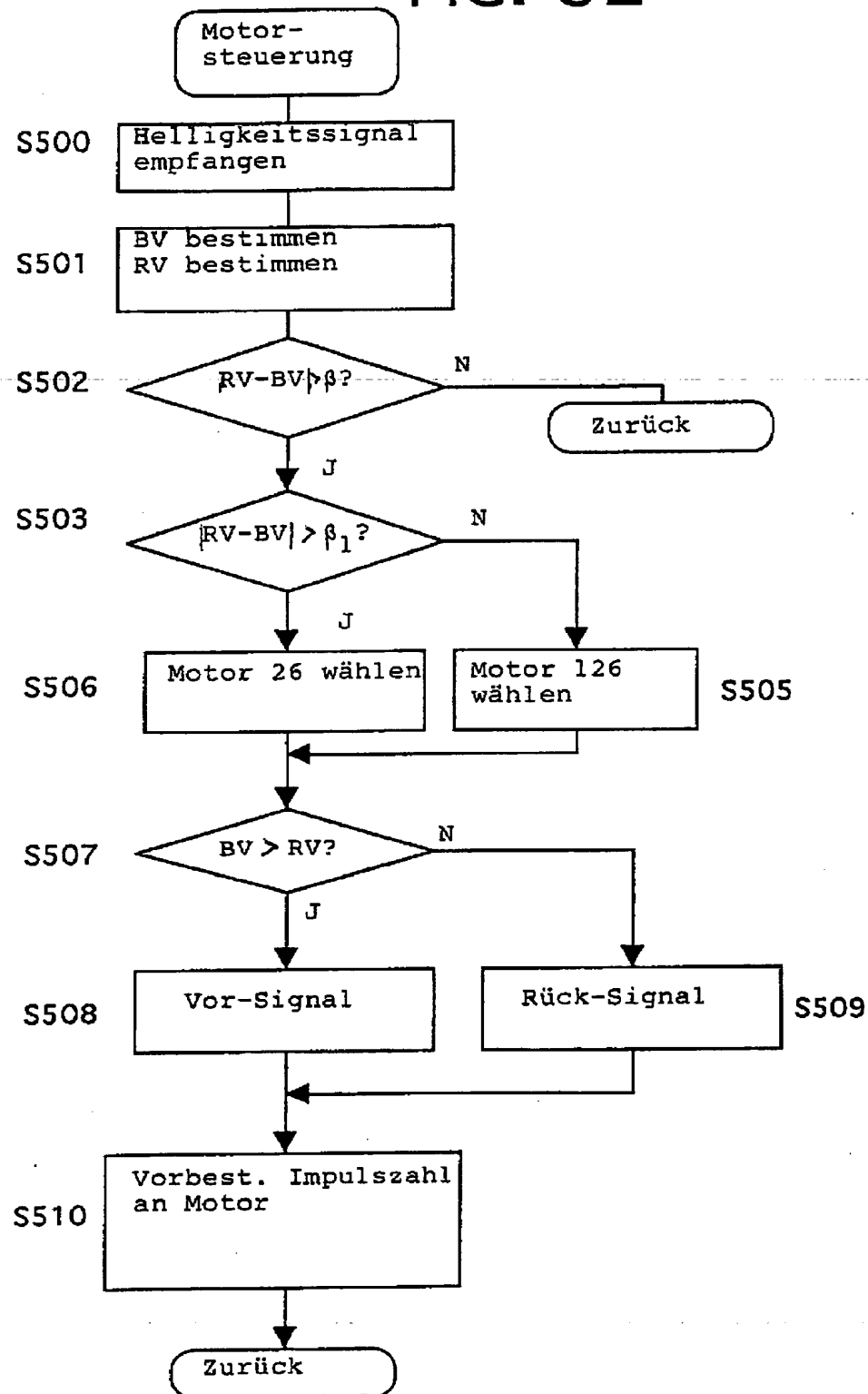


FIG. 52



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**